

**НАЦІОНАЛЬНИЙ ТЕХНІЧНИЙ УНІВЕРСИТЕТ УКРАЇНИ**  
**“КИЇВСЬКИЙ ПОЛІТЕХНІЧНИЙ ІНСТИТУТ**  
**імені ІГОРЯ СІКОРСЬКОГО”**  
**Інженерно-хімічний факультет**  
**Кафедра машин та апаратів хімічних і нафтопереробних**  
**виробництв**

«До захисту допущено»  
Завідувач кафедри МАХНВ

\_\_\_\_\_ Я.М. Корнієнко  
(підпис)

“ \_\_\_\_ ” \_\_\_\_\_ 2019 р.

**Магістерська дисертація**

на здобуття освітньо-кваліфікаційного рівня «магістр»

**з спеціальності:** 133 Галузеве машинобудування

**спеціалізація:** Інжиніринг, комп’ютерне моделювання та проектування обладнання целюлозно-паперового виробництва

**на тему: Розроблення другого пресу для модернізації картоноробної машини**

**Виконав студент 6-го курсу, групи ЛН-82мп**  
Яновський Дмитро Ігорович

**Керівник дисертації** канд. техн. наук, ст. викл. О.А. Новохат

**Консультанти:**

охорона праці та безпека у надзвичайних ситуаціях  
канд. техн. наук, доц. І.М. Ковтун

розробка стартап-проекту

канд. економ. наук, доц. Н.В. Юдіна

технологія виготовлення кришки

канд. техн. наук, ст. викл. Я.Г. Двойнос

автоматичний контроль і керування процесом

канд. техн. наук, доцент А.Ю. Сазонов

**Рецензент**

\_\_\_\_\_ (посада, вчене звання, науковий ступінь, прізвище та ініціали)

Засвідчую, що у цій магістерській дисертації немає запозичень з праць інших авторів без відповідних посилань.

Студент \_\_\_\_\_  
(підпис)

Київ – 2019 року

**НАЦІОНАЛЬНИЙ ТЕХНІЧНИЙ УНІВЕРСИТЕТ УКРАЇНИ  
“КИЇВСЬКИЙ ПОЛІТЕХНІЧНИЙ ІНСТИТУТ  
імені ІГОРЯ СІКОРСЬКОГО”**

**Інженерно-хімічний факультет**

**Кафедра машин та апаратів хімічних і нафтопереробних виробництв**

**Освітньо-кваліфікаційний рівень – «Магістр»**

**спеціальність: 133 - Галузеве машинобудування**

**спеціалізація: Інжиніринг, комп'ютерне моделювання та проектування  
обладнання целюлозно-паперового виробництва**

**ЗАТВЕРДЖУЮ**

Завідувач кафедри

\_\_\_\_\_ Я.М. Корнієнко  
«\_\_\_» \_\_\_\_\_ 2019 р.

**ЗАВДАННЯ**

**на магістерську дисертацію студенту**

Яновському Дмитру Ігоровичу

**1. Тема дисертації:** «Розроблення другого пресу для модернізації картоноробної машини»

керівник дисертації Новохат О.А. канд. техн. наук, ст. викл.

затверджені наказом по університету від 01 листопада 2019 р. № 3807-с.

**2. Термін подання студентом проекту:** 04 грудня 2019 р.

**3. Вихідні дані до проекту:** Швидкість картоноробної машини – 600 м/хв, загальна маса квадратного метра картону – 180 г/м<sup>2</sup>, сухість картонного полотна до преса – 25 %; сухість картонного полотна після преса – 31 % ширина картонного полотна – 4,2 м.

**4. Зміст пояснювальної записки:**

а) основна частина: обґрунтувати вибір конструкцій пресів, виконати розрахунки, що підтверджують працездатність та надійність конструкцій, а

саме, технологічний, параметричний, конструктивний, розрахунки на міцність і надійність елементів конструкцій цих апаратів;

б) маркетинг стартап-проектів: створити стартап-проект модернізованого апарату;

в) охорона праці: провести аналіз шкідливих та небезпечних виробничих факторів, які пов'язані з експлуатацією картоноробної машини, запропонувати заходи щодо обмеження їх дії, виконати відповідні розрахунки, викласти основні правила безпечної експлуатації картоноробної машини та дії обслуговуючого персоналу у надзвичайних ситуаціях;

г) частина автоматичного керування: скласти та обґрунтувати схему автоматизованого керування пресу; скласти специфікацію приладів, що комплектують схему;

д) технологія машинобудування: розробити маршрутні карти виготовлення кришки, виконати розрахунки режимів різання, розробити пристрій.

**5. Перелік графічного матеріалу (із зазначенням обов'язкових креслеників, плакатів, презентацій тощо):** прес загальний вид – А1, відсмоктуючий вал – А0, гранітний вал – А0, механізм прижима – А3х3, привід – А1, кришка – А2, трьохкулачковий патрон важільно-клиновий – А1, схема автоматизації – А1, плакат – А1х3.

## **6. Консультанти розділів проекту**

Розділ	Прізвище, ініціали та посада консультанта	Підпис, дата	
		завдання видав	завдання прийняв
Охорона праці та безпека у надзвичайних ситуаціях	Ковтун І.М.		
Маркетинг стартап-проектів	Юдіна Н.В.		
Технологія виготовлення кришки	Двойнос Я.Г.		
Автоматичний контроль і керування процесом	Сазонов А.Ю.		

**7. Дата видачі завдання** 02 вересня 2019 р.

## КАЛЕНДАРНИЙ ПЛАН

№ з/п	Назва етапів виконання магістерської дисертації	Строк виконання етапів проекту	Примітка
1	2	3	4
1	Переддипломна практика. Узгодження теми, вихідних даних, визначення джерел інформації.	02.09.2019	
2	Добір матеріалів. Складання звіту з практики.	25.10.2019	
3	Патентне дослідження. Формування ідеї модернізації. Створення стартап-проєкту.	07.11.2019	
4	Обґрунтування актуальності проєкту. Опис установки. Схема установки. Вибір і опис конструкцій другого пресу, гранітного валу, відсмоктуючого валу, приводу, механізму прижима. Технічна характеристика другого пресу КРМ.	13.11.2019	
5	Виконання моделювання запропонованої модернізації	18.11.2019	
6	Параметричні розрахунки: визначення основних розмірів апаратів. Розрахунки на міцність та жорсткість.	21.11.2019	
7	Розробка складальних креслень апаратів і їх складальних одиниць. Добір конструктивних параметрів конструктивних елементів апаратів	26.11.2019	
8	Уточнення графічної частини магістерської дисертації і специфікацій	27.11.2019	
9	Консультації відповідно до графіку з питань охорони праці, економіки, технології машинобудування, автоматизації.	29.11.2019	
10	Оформлення пояснювальної записки. Перевірка відповідності магістерської дисертації діючим нормам за змістом і оформленням. Підготовка до захисту. Складення плану викладення доповіді, окремих питань	02.12.2019	
11	Попередній захист магістерської дисертації	09.12.2019	
12	Корегування магістерської дисертації за результатами попереднього захисту. Отримання рецензії, відзиву. Підготовка до захисту	10.12.2019	

Студент

\_\_\_\_\_ Д.І. Яновський  
(підпис)

Керівник магістерської дисертації

\_\_\_\_\_ О.А. Новохат  
(підпис)



УДК 676.2.052

Магістерська дисертація на тему: «Розроблення другого пресу для модернізації картоноробної машини» / «КПІ ім. Ігоря Сікорського»; Керівник О.А. Новохат. – К., 2019. – 178 с. : іл. – Викон. Д.І. Яновський. – Бібліогр.: с. 99.

Пояснювальна записка складається зі вступу, восьми розділів, висновків і списку посилань з 36 найменувань. Загальний обсяг записки становить 187 сторінку основного тексту, 31 рисунків, 35 таблиць.

Мета дисертації – розробка відсмоктуючого пресу картоноробної машини для пресування картону масою -  $180 \text{ г/м}^2$ . Розроблюваний прес дає можливість збільшити продуктивність КРМ та підвищити сухість картону.

Записка містить опис технологічного процесу, вибір типів пресів і їх місце в технологічній схемі, технічну характеристику пресів, обґрунтування вибору конструкцій преса і принцип дії їх основних складальних одиниць та деталей, порівняння основних показників розробленої конструкції з аналогами, патентне дослідження конструкцій апаратів. Виконано модернізацію преса та математичне моделювання запропонованої модернізації. Наведено заходи, щодо охорони праці, рекомендації з монтажу та експлуатації. Проведена модернізації, збільшилась годинна продуктивність, річна продуктивність виходу кінцевого продукту. Зазначена модернізація може бути рекомендована для впровадження у виробництво. Визначено рівень стандартизації та уніфікації. Розроблено автоматичну схему керуванням процесом.

КАРТОНОРобНА МАШИНА, ПРЕСУВАННЯ, ЗНЕВОДНЕННЯ, СУХІСТЬ, ВІДСМОКТУЮЧИЙ ПРЕС, ВІДСМОКТУЮЧИЙ ВАЛ, ГРАНІТНИЙ ВАЛ, СУКНОПРАВКА, СУКНАТЯЖКА.

УДК 676.2.052

Магистерская диссертация на тему: «Разработка второго пресса для модернизации картоноделательной машины» / «КПИ им. Игоря Сикорского »; Руководитель А.А. Новохат. - М., 2019. - 178 с.: Ил. - Випол. Д.И. Яновский. - Библиогр .: с. 99.

Пояснительная записка состоит из введения, восьми глав, заключения и списка ссылок с 36 наименований. Общий объем записки составляет 187 страницу основного текста, 31 рисунков, 35 таблиц.

Цель диссертации - разработка отсасывающего пресса картоноделательной машины для прессования картона массой - 180 г / м. Разрабатываемый пресс позволяет увеличить производительность КДМ и повысить сухость картона.

Записка содержит описание технологического процесса, выбор типов прессов и их место в технологической схеме, техническую характеристику прессов, обоснование выбора конструкций пресса и принцип действия их основных сборочных единиц и деталей, сравнение основных показателей разработанной конструкции с аналогами, патентное исследование конструкций аппаратов. Выполнена модернизация пресса и математическое моделирование предложенной модернизации. Приведены мероприятия по охране труда, рекомендации по монтажу и эксплуатации. Проведена модернизации, увеличилась часовая производительность, годовая производительность выхода конечного продукта. Указанная модернизация может быть рекомендована для внедрения в производство. Определен уровень стандартизации и унификации. Разработан автоматическую схему управлением процессом

КАРТОНОДЕЛАТЕЛЬНАЯ МАШИНА, ПРЕССОВАНИЕ, ОБЕЗВОЖИВАНИЕ, СУХОСТЬ, ОТСАСЫВАЮЩИЙ ПРЕСС, ОТСАСЫВАЮЩИЙ ВАЛ, ГРАНИТНЫЙ ВАЛ, СУКНОПРАВКА, СУКНАТЯЖКА.

## Abstract

UDC 676.2.052

The master's thesis on the topic: "Development of second press for cardboard machine modernization" / " Igor Sikorsky Kyiv Polytechnic Institute"; Head of Supervisor O.A. Novohat. - K., 2019. - 178 pp.: Ill. – Developer D.I. Yanovsky. - References .: p. 99.

The explanatory note consists of an introduction, eight sections, conclusions and a list of references of 36 items. The total volume of the note is 187 pages of the main text, 31 figures, 35 tables.

The purpose of the masters-thesis is to develop a suction press of a cardboard machine for pressing cardboard by weight - 180 g / m. The developed press makes it possible to increase the productivity of the control unit and to increase the dryness of the cardboard.

The note contains a description of the technological process, the choice of presses type and their place in the technological scheme, the technical characteristics of presses, validation to choose the structures of the press, operation principle of their basic assembly units and details, comparison of the main indicators of the designed structure with analogues, patent study of the designs of apparatus. The press modernization and mathematical modeling of the proposed modernization have been completed. Measures on labor protection, recommendations on installation and operation are given. Modernization has been made carried out, hourly capability has increased, annual output of the final product has increased. The following modernization may be recommended for introduction into production. The level of standardization and unification has been determined. An automatic process control scheme has been developed

MACHINE CARDBOARD, PRESSING, DRAINAGE, DRYING, TURNING PRESS, CHUTEING BILLOW, RUBBER SHAFT, CLOTH EDIT, CLOTH STRECH.

**НАЦІОНАЛЬНИЙ ТЕХНІЧНИЙ УНІВЕРСИТЕТ УКРАЇНИ  
“КИЇВСЬКИЙ ПОЛІТЕХНІЧНИЙ ІНСТИТУТ  
імені ІГОРЯ СІКОРСЬКОГО”  
Інженерно-хімічний факультет  
Кафедра машин та апаратів хімічних і нафтопереробних  
виробництв**

**ПОЯСНЮВАЛЬНА ЗАПИСКА  
ДО МАГІСТЕРСЬКОЇ ДИСЕРТАЦІЇ**

**освітньо-кваліфікаційного рівня «магістр»  
з спеціальності: 133 Галузеве машинобудування  
спеціалізація: Інжиніринг, комп’ютерне моделювання та проектування  
обладнання целюлозно-паперового виробництва**

**на тему: Розроблення другого пресу для модернізації картоноробної  
машини**

Київ – 2019 року

## Зміст

Перелік скорочень, умовних позначень та термінів.....	11
Вступ.....	13
1 Призначення та область застосування другого пресу картоноробної машини .....	14
1.1 Опис технологічного процесу.....	15
1.2 Вибір типу апарату в якості другого пресу та його місце в технологічній схемі виробництва картону .....	15
2 Технічна характеристика.....	18
3 Опис та обґрунтування вибраної конструкції.....	19
3.1 Опис конструкції.....	19
3.2 Відомості про використані винаходи і патентну чистоту .....	24
4 Розрахунки, що підтверджують працездатність та надійність конструкції.....	32
4.1 Баланс води і волокна.....	32
4.2 Розрахунок зусиль притискання.....	39
4.3 Розрахунок оболонки пресового відсмоктувального вала .....	41
4.4 Розрахунок вала гранітного .....	50
4.5 Розрахунок механізму сукноправки.....	57
4.6 Розрахунок тиску повітря в пневмоциліндрі механізму сукнонатяжки.....	58
4.7 Розрахунок потужності привода .....	60
5 Охорона праці та безпека в надзвичайних ситуаціях.....	63
6 Рекомендації щодо монтажу та експлуатації відсмоктуючого пресу ....	72

					ЛН82мп.705503.001 ПЗ						
Змн.	Лист	№ докум.	Підпис	Дата							
Розроб.		Яновський			Розроблення другого пресу для модернізації картоноробної машини			Літ.	Арк.	Аркушів	
Перевір.		Новохат								9	178
Реценз.								КПІ ім. Ігоря Сікорського, ІХФ, каф. МАХНВ			
Н. Контр.											
Затверд.											

7 Рівень стандартизації та уніфікації .....	75
8 Розроблення стартап-проекту .....	77
Висновок .....	93
Выводы.....	95
Conclusion.....	97
Перелік посилань .....	99
Додаток А Технологічний процес виготовлення кришки .....	104
Додаток Б Автоматична схема керування пресом.....	130
Додаток В Документація до патентного дослідження .....	141
Додаток Г Патенти, які використані в патентному дослідженні .....	149
Додаток Д Публікації автора .....	160

## Перелік скорочень, умовних позначень та термінів

Умовні скорочення:

КРМ – картоноробна машина;

ККД – коефіцієнт корисної дії;

ЦПП – целюлозно-паперова промисловість.

Умовні позначення:

$V$  – швидкість картоноробної машини, м/с;

$S$  – сухість картонного полотна, %;

$t$  – температура, °C;

$\rho$  – густина, кг/м<sup>3</sup>;

$g$  – маса квадратного метру картону, кг/м<sup>2</sup> (г/м<sup>2</sup>);

$Q$  – продуктивність картоноробної машини, кг/с (кг/год);

$U$  – вологовміст, кг/кг;

$P_n$  – лінійний тиск, Н/м;

$D, d$  – діаметри, м;

$B$  – обрізна ширина картону, м;

$L$  – довжина, м;

$\delta$  – товщина, м;

$n$  – частота обертання, с<sup>-1</sup>;

$k$  – коефіцієнт тертя;

$f$  – коефіцієнт тертя в підшипниках;

$\eta$  – коефіцієнт корисної дії;

$E$  – модуль пружності;

$M_{зг}$  – згинаючий момент;

$Y$  – коефіцієнт осьового навантаження;

$R$  – Реакція опори;

$\sigma_b$  – межа міцності матеріалу;

$\sigma_{-1}$  – межа витривалості матеріалу;

					ЛН82мп.705503.001 ПЗ	Арк.
Зм.	Арк.	№ докум.	Піпис	Дата		11

$I$  – момент інерції;

$l_{\text{отс}}$  – довжина зони відсмоктування;

$b_{\text{отс}}$  – ширина зони відсмоктування;

$G_{\text{в.в}}$  – продуктивність по відпресованій волозі.

					ЛН82мп.705503.001 ПЗ	Арк.
						12
Зм.	Арк.	№ докум.	Піпис	Дата		



## Вступ

Пресування картонного полотна є невід'ємною частиною ланцюга виробництва целюлози та паперу. Пресова частина КРМ вирішує важливу технологічну проблему - безперервне механічне зневоднення картонного полотна до максимальної сухості часткове його оздоблення.

Пресова частина КРМ відіграє головну роль в економії теплової енергії. Сухість паперового полотна після пресів визначає витрати на сушку. Наприклад, якщо сухість паперу збільшується на 1% пресовою частиною, витрата пари сушильної частини зменшується на 5%. Тому розробка нових та модернізація застарілих пресованих деталей є актуальним завданням у виробництві паперу чи картону.

Метою даної магістерської дисертації є модернізація другого преса картоноробної машини зі швидкістю 600 м/хв.

Робота включає аналіз технологічного процесу з описом та обґрунтуванням обраних конструкцій преса та їх місце в технологічній схемі, технічні характеристики преса, опис та обґрунтування обраних конструкцій преса та їх місце в технологічній схемі, конструкції і принцип дії преса, основних складальних одиниць та деталей, порівняння основних показників обраних конструкцій з аналогами, патентний огляд конструкцій основного обладнання преса, проведення розрахунків, що підтверджують працездатність та надійність преса, охорону праці та безпеки в надзвичайних ситуаціях, рекомендації щодо їх монтажу та експлуатації, рівень стандартизації та уніфікації, розробку та описання технологічного процесу виготовлення деталі (кришка) та схеми автоматичного керування технологічним процесом установки.

Завдання на магістерську дисертацію одержано вересні 2019 року під час проходження переддипломної практики в Київському картонно-паперовому комбінаті.

					ЛН82мп.705503.001 ПЗ	Арк.
Зм.	Арк.	№ докум.	Піпис	Дата		13

## **1 Призначення та область застосування другого пресу картоноробної машини**

Картоноробна машина (КРМ) - головний блок технологічного процесу виробництва картону. Пресована частина використовується не тільки для виготовлення картону, але і для виготовлення паперу. Він розміщений після формованої частини КРМ і призначений для максимального зневоднення картонного полотна перед сушильною частиною.

Пресова частина вирішує важливу технічну проблему - максимальне механічне висихання та механічного зневоднення.

Пресування досягається на пресах безперервної дії. У КРМ кількість пресів зазвичай становить 3-4.

Процес пресування істотно впливає на властивості картону:

- збільшується об'ємна густина;
- знижена пористість;
- підвищується механічна міцність розриву, зламу і притисненню;
- підвищується гладкість.

Пресова частина відіграє важливу роль в економії енергії. Збільшуючи сухість паперового рушника після пресової частини, можна зменшити споживання пари в сушильній частині машини. Тому при проектуванні преса необхідно домогтися максимального зневоднення картонного полотна після преса та використовувати різні способи для посилення процесу зневоднення.

Картон притискається до м'якого фільтрувального майданчика – пресового сукна

Для продовження часу пресування використовується декілька (3 - 4) преси, які монтуються послідовно.

					ЛН82мп.705503.001 ПЗ	Арк.
Зм.	Арк.	№ докум.	Піпис	Дата		14

## 1.1 Опис технологічного процесу

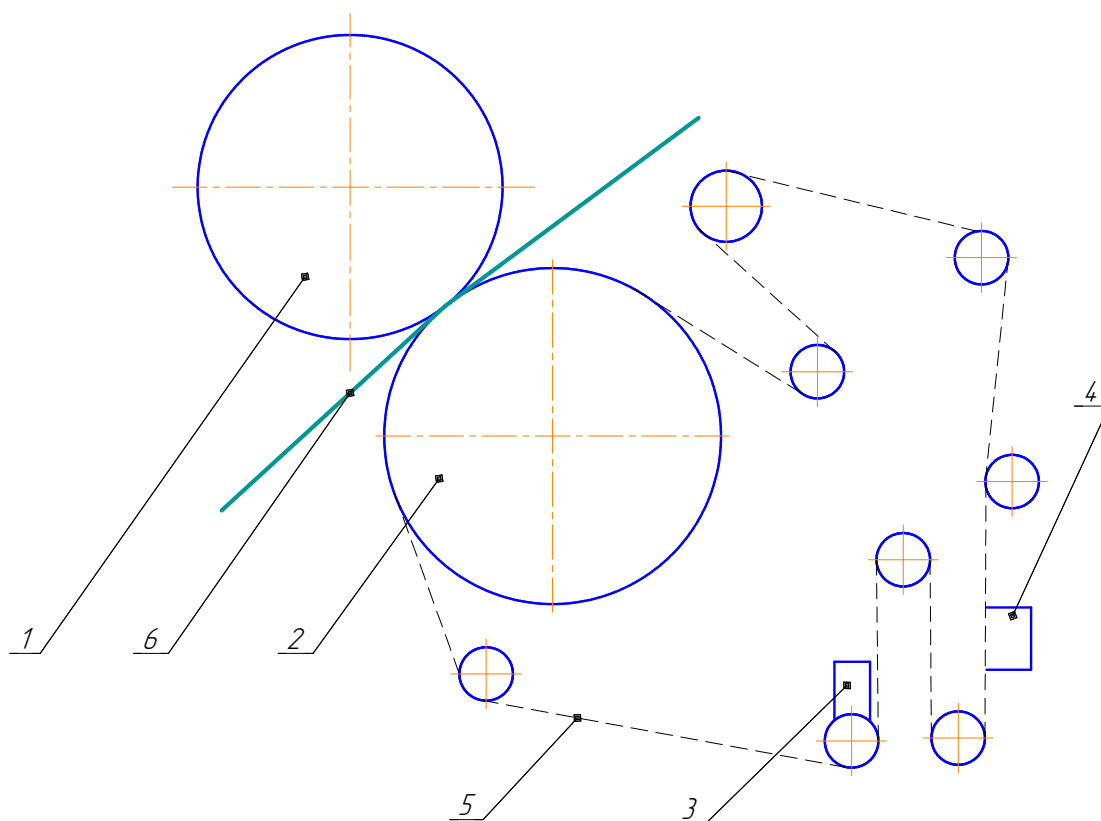
Вологе неміцне картонне полотно з формувальної частини, залежно від типу має сухість у межах від 8% до 25% [1]. Для додаткового зневоднення воно надходить на пресову частину, де під час проходження між затискними валами створюється тиск, який поступово збільшується під час роботи машини, він не тільки збільшує сухість на 35 - 50%, але і їх ущільнення. Це покращує поверхню, зменшує пористість, збільшує міцність і щільність. При пресуванні волокна зближуються, збільшуючи область контакту між ними і силу зчеплення. Це змінює властивості кінцевого продукту: знижується пористість, повітропроникність, покращуються фізичні та механічні параметри. Якість кінцевого продукту залежить від умов пресування.

Пресова частина картоноробної машини повинна давати максимально мажливу сухість полотна. При цьому залишок вологи має бути рівномірно розподіленим по ширині машини. Це пов'язано з тим, що збільшення сухості перед сушильною частиною на 1% дає змогу підвищити продуктивності на 5% і зменшує споживання пари. Крім того, зневоднення методом пресування в 10 - 15 разів дешевше, ніж сушіння. Тому подальший акцент робиться на вдосконаленні конструкції пресів для отримання більшої сухості картоного полотна до тої, що теоретично можливо досягнути.

## 1.2 Вибір типу апарату в якості другого пресу та його місце в технологічній схемі виробництва картону

Схема другого пресу пресової частини картоноробної машини показано на рисунку 1.1.

					ЛН82мп.705503.001 ПЗ	Арк.
Зм.	Арк.	№ докум.	Піпис	Дата		15



1 – вал верхній (гранітний); 2 – вал нижній (жолобчатий); 3 – пристрій для натягу сукна; 4 – пристрій для очищення сукна; 5 – сукно; 6 – полотно, що пресується.

Рисунок 1.1 – Схема другого пресу картоноробної машини

В якості другого пресу пресової частини КРМ використовуються двухвальний прес. Він складається з верхнього гранітного та нижнього жолобчатого валів.

Жолобчатий вал використовується в пресах, де вода поперечно відфільтровується [1]. Вони працюють при підвищеному лінійному тиску (100 ... 120 кН / м) і покриті більш твердим покриттям, ніж звичайні преси та відсмоктувальні преси. Основна перевага цих пресів полягає в тому, що вони відносно прості та надійні, підвищують сухість та довговічність полотна та зменшують експлуатаційні витрати.

Жолобчатий вал також може бути використаний у випадках, коли необхідно забезпечити рівномірність вологості картону на всю ширину, збільшити сухість картону та зменшити експлуатаційні витрати.

Також його можна використовувати як друге, так і наступні преси машин, що виготовляють різні види продукції (за винятком дуже тонкого паперу). Такі преси можна також використовувати як попередні та основні преси для папероробних та картоноробних машин. У цьому випадку необхідно забезпечити ефективне очищення вала в його конструкції [2].

Хоча прес з жолобчастим валом є більш продуктивним, ніж з гладким, проте вирішено його замінити на відсмоктуючий. Це дозволить без суттєвої видозміни існуючої пресової частини КРМ збільшити інтенсивність зневоднення. Це сприятиме виробляти папір чи картон з більшою масою квадратного метру або за більшої швидкості.

В якості верхнього пресового валу обрано гранітний. Він має більшу продуктивність по відпресованій воді в порівнянні зі звичайним. Ця тенденція зберігається і при збільшенні швидкості КРМ [3]. Найвища ефективність такого преса досягається за питомого кисту 60 кН/м та за швидкості більше 150 м/хв.

Преси з гранітними валами можна встановлювати замість других та третіх звичайних пресів.

Відсмоктуючий вал огинається сукном. Щільне сукно не залишає маркування на картоні та збільшує його сухість у порівнянні зі звичайним пресом на 2...3 %.

Верхній гранітний вал не має сукна, оскільки його адгезійна здатність до картону незначна.

					ЛН82мп.705503.001 ПЗ	Арк.
Зм.	Арк.	№ докум.	Піпис	Дата		17

## 2 Технічна характеристика

Технічну характеристику пресової частини КРМ представлено у таблиці 2.1.

Таблиця 2.1 – Технічна характеристика

Параметри, розміри	Одиниця вимірювання	Значення
Робоча швидкість, $V$	м/с ( м/хв.)	10 (600)
Обрізна ширина паперу на накаті, $B$	м	4,2
Маса 1 м <sup>2</sup> картону, $g$	кг/м <sup>2</sup> (г/м <sup>2</sup> )	0,180 (180)
Сухість картонного полотна до преса, $S_{\text{п}}$	%	25
Сухість картонного полотна після преса, $S_{\text{к}}$	%	31
Продуктивність, $Q$	кг/с (кг/год)	7,182 (25855,2)
Лінійний тиск у захваті між валами пресу, $q$	кН/м	75
Діаметр валу відсмоктуючого, $D$	м	0,865
Діаметр валу гранітного, $D$	м	0,75

### 3 Опис та обґрунтування вибраної конструкції

Розроблений в магістерській дисертації вал відсмоктуючий пресовий використовується на відсмоктуючому пресі вальцевого типу, який найчастіше використовувався в якості першого преса для пресування картону (гауч-прес) [2]. Ці типи пресів використовують вплив вакууму, що утворюється в всмоктувальній камері, і лінійного тиску в захваті між валами.

Відсмоктуючий вал дозволяє здійснити поперечну фільтрацію води в сукні, яка відпресовується з картонного полотна, фільтрується через отвори і через них поступає в вакуумну камеру. Завдяки поперечній фільтрації стало можливим збільшити інтенсивність зневоднення, порівняно зі звичайним пресом.

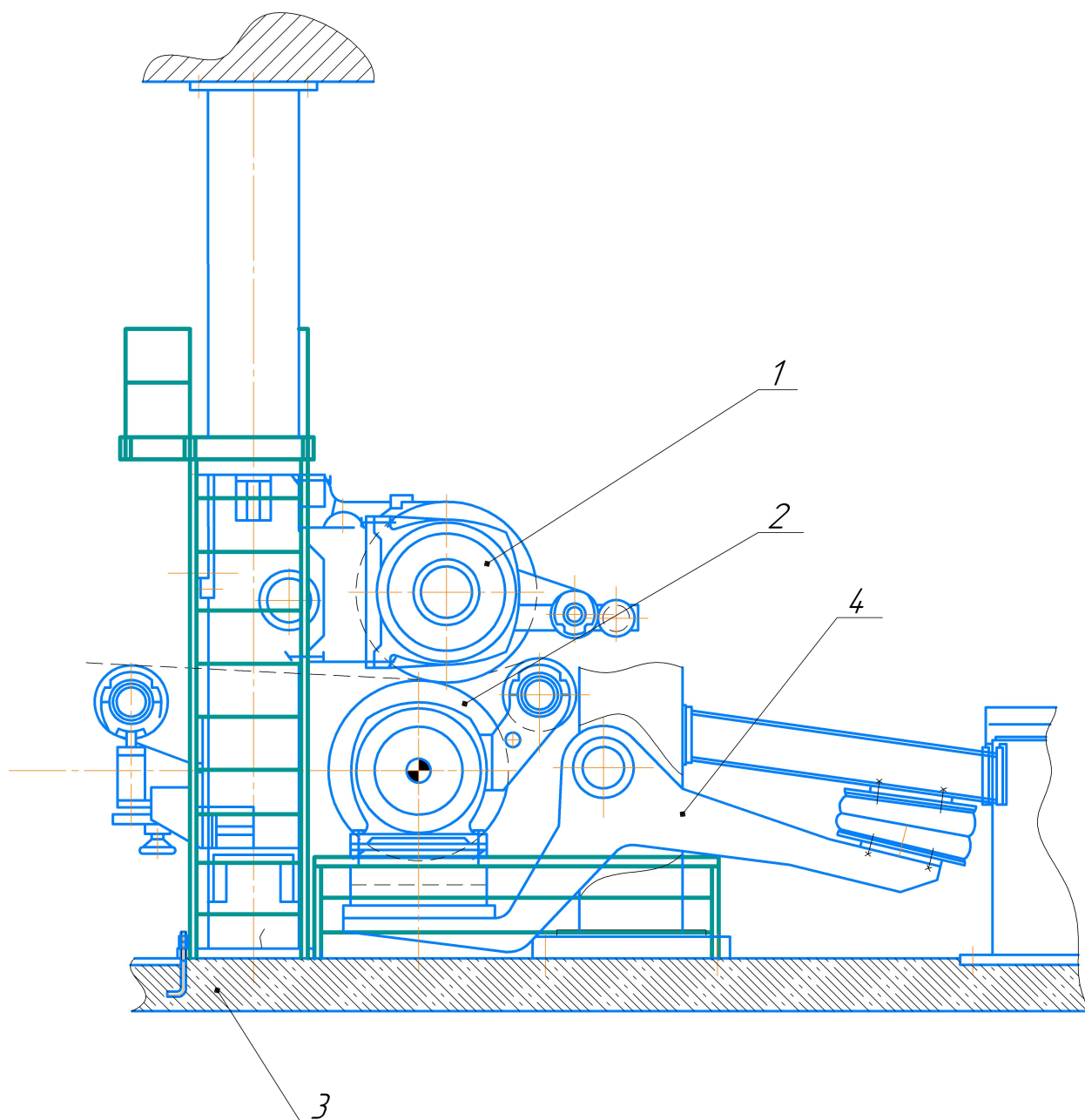
Перевагою пресів з відсмоктуючим валом є висока інтенсивність процесу пресування, а недоліком – вірогідність розриву та нерівномірність сухості картонного полотна після пресування.

#### 3.1 Опис конструкції

Другий прес КРМ складається з верхнього гранітного та нижнього відсмоктуючого пресових валів (рис 3.1). Також до складу відноситься сукно, сукноправка та сукнонатяжка, сукноведучі валики, станина та щільова сукномийка.

Під нижній пресовий вал підвішується корито з оцинкованого заліза або нержавіючої сталі для відводу води, що стікає з преса. Інший пресовий вал приводиться в рух від приводу, а нижній вал, як і сукно, обертається від верхнього за рахунок тертя. Сукно, в свою чергу, надає руху всім сукноведучим валикам.

					ЛН82мп.705503.001 ПЗ	Арк.
Зм.	Арк.	№ докум.	Піпис	Дата		19



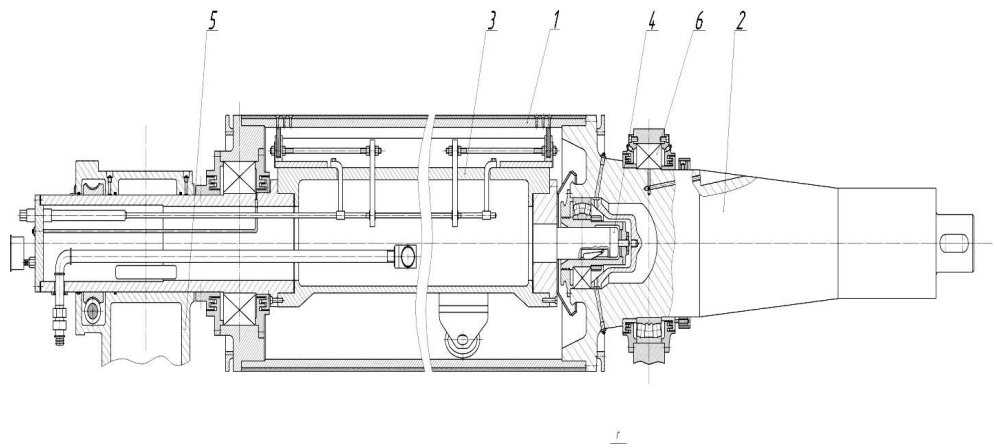
1 – верхній вал (гранітний); 2 - нижній вал (відсмоктуючий); 3 - станина;  
4 - механізм прижима

Рисунок 3.1 Другий прес КРМ

Вал пресовий відсмоктуючий (рис. 3.2) складається з наступних складальних одиниць: оболонки з перфорацією, приводної цапфи, відсмоктуючої вакуум-камери, підшипникових вузлів. Зовнішня поверхня оболонки валу покрита шаром гуми, а сама оболонка виготовлена з нержавіючої сталі.

					ЛН82мп.705503.001 ПЗ	Арк.
Зм.	Арк.	№ докум.	Піпис	Дата		20





1 – оболонка з перфораціями; 2 – цапфа(приводна); 3 – вакуум-камера; 4 – цапфа; 5 – опори; 6 – підшипникові вузли.

Рисунок 3.2 – Вал відсмоктуючий пресовий

Завдяки лінійному тиску верхнього вала на відсмоктувальний з картонного полотна витискується вода, яка проходить у відсмоктувальну камеру через отвори оболонки вала, а звідти відсмоктується вакуумом. Між внутрішньою поверхнею вала та відсмоктуючою камерою встановлюють текстолітові гумові або графітові ущільнення: поздовжні – вздовж осі валу, а поперечні – по ширині камери. Передбачена можливість переміщення поперечних ущільнень вздовж осі вала в залежності від ширини картону, що виробляється. Для зменшення зносу валу з ущільненнями монтують спорск, що подає воду між валом та ущільненням. Оптимальне положення камери визначається у процесі експлуатації машини. Для цього передбачена можливість обертну камери з передньої сторони вручну.

На поверхні оболонки у шаховому порядку розміщені сквозні отвори діаметром 7 – 8 мм. Для збільшення площі контакту отвори зенкуються на глибину 5 мм. Також це зменшує маркування полотна. Коефіцієнт живого перерізу перфорації без урахування зенківки складає 0,2 – 0,3 поверхні оболонки. При роботі машини отвори валу можуть забиватись дрібним волокном та наповнювачем. Чистка отворів виконується один раз у 3 – 6 місяців за допомогою сприсків високого тиску, стаціонарно встановлених на машині.

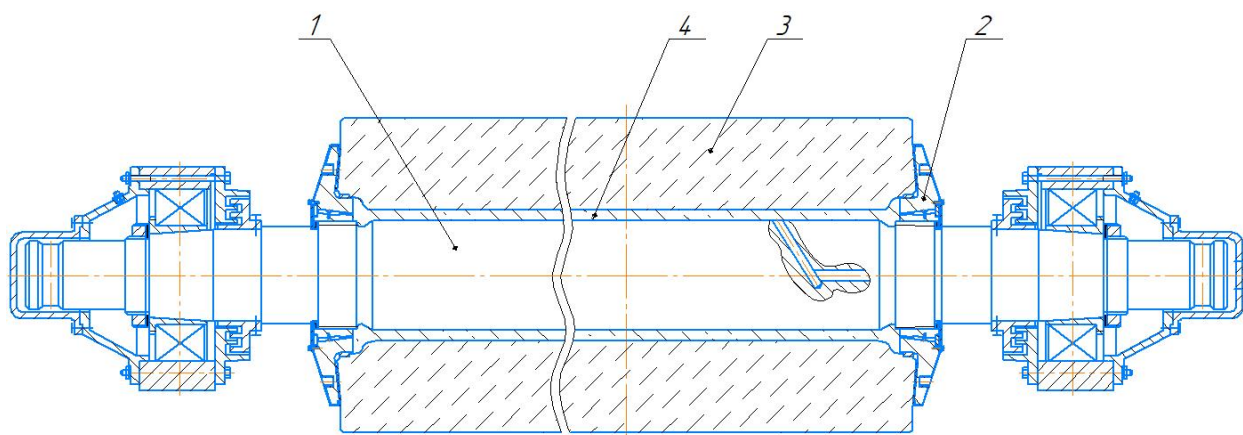
					ЛН82мп.705503.001 ПЗ	Арк.
Зм.	Арк.	№ докум.	Піпис	Дата		21

На цапфі приводної сторони валу знаходиться шпонковий паз. Він необхідний для монтажу зубчатого колеса для приводу. Ліва цапфа виготовляється пустотілою для відводу відпресованої води через перфорацію оболонки валу. Для проведення операцій з монтажу та демонтажу відсмоктуюча камера містить колеса всередині корпусу валу.

Гранітний вал кріпиться на станині нерухомо, а нижній відсмоктуючий вал кріпиться на рухомих важелях механізму прижиму. Притискання нижнього вала забезпечується системою притискання, в основі якої є дві пневматичні мембрани, котрі під'єднані до важільного механізму.

Нескінченне верхнє сукно проходить між валами преса та огортає нижній прижимний вал. Далі рухається через сукноправку, сукнонатяжку, сукномийку і знову повертається в захват пресу.

Гранітний вал (рис 3.3) складається з цільної гранітної оболонки, металевого стрижня, чавунної заливки між ними. З двох сторін гранітна оболонка притискається гайками, що зафіксовані.



1 – Металевий стрижень; 2 – контргайка; 3 – гранітна оболонка; 4 – чавунна заливка.

Рисунок 3.3 Гранітний вал

Сукноведучі валики розташовують на стійках, що встановлюються на станині преса або безпосередньо на шинах машини. Для кожного сукна є натяжка, виправний, один або два розгінних валика, на поверхні яких напаяна

з мідного дроту двостороння спіраль, що розширює сукно від середини до країв і запобігає появі на ньому складок і зморшок.

Для очищення сукна від забруднень кожен прес має сукномийучий пристрій. Для зручності обслуговування верхніх валів є перехідні площадки.

Піднімають і опускають верхній пресовий вал, а також створюють необхідний тиск при пресуванні картонного полотна на старих машинах за допомогою ричажно-вантажної системи, на сучасних машинах - за допомогою поршня або мембрани, що приводяться в дію пневматично або гідравлічно.

Пневматична або гідравлічна система присадки досконаліша в порівнянні з важільно-вантажною, так як дозволяє точно регулюватись і контролюватись за допомогою приладів, що показують тиск пресування на кожному пресі під час роботи машини. Незалежно від типу, присадний механізм дозволяє здійснювати підйом і присадку як всього валу, так і окремо його привідної і лицьової сторони, щоб можна було рівномірно розподілити тиск пресування по всій ширині картонного полотна.

Пресові сукна служать для поліпшення умов пресування сирого картонного листа. Вони вбирають і пропускають через себе воду, що виділяється при віджиманні. Пресові сукна повинні мати гарну пористість і всмоктуючу здатність, щоб пропускати через себе віджату з картону вологу.

Тканина сукна повинна бути пружною і щільною, щоб не маркувати поверхню картону, і досить міцною, щоб витримувати порівняно великий натяг при роботі на машині. Щоб пресові сукна задовольняли таким різноманітним вимогам, їх виготовляють з високоякісної вовни. Їх тчуть нескінченними і поверхні ворсують.

Для підвищення зносостійкості і міцності сукон на розрив в вовняну пряжу додають до 20-25% штучних волокон капрону або нейлону. Додаток цих волокон підвищує також опір тканини дії кислот, лугів і мікроорганізмів, проте пружність, еластичність і властивість тканини самоочищатися знижуються. З цієї причини штучні волокна не можуть поки витіснити шерсть у виробництві пресових сукон.

					ЛН82мп.705503.001 ПЗ	Арк.
Зм.	Арк.	№ докум.	Піпис	Дата		23

Для підвищення зносостійкості пресових сукон і подовження терміну їх служби в даний час багато закордонних фірм піддають вовняні сукна дублення і спеціальній хімічній обробці, в результаті якої між ланцюгами кератину, з яких побудовані білкові молекули вовни, виникають додаткові хімічні зв'язки, які не піддаються руйнуванню при термохімічних впливах під час роботи сукна.

### **3.2 Відомості про використані винаходи і патентну чистоту**

Предмет пошуку – це пресова частина КРМ, а також прес і пресовий вал.

Мета пошуку – встановлення патентоздатності преса, що проектується апарата й встановлення тенденцій покращень, що спостерігаються в техніці даного напрямку.

Задаємось такими державами для подальшого пошуку: Україна, США, Німеччина, Японія, Швейцарія, Фінляндія, Російська Федерація.

Оскільки строк дії патенту на винахід становить в Україні 10 років, тому задаємось регламентом пошуку 2009–2019 рр.

Класифікаційні індекси:

- міжнародна патентна класифікація: МПК5 – 7, D 21: F 3/00, 3/02, 3/04, 3/08, 3/10;
- уніфікована десяткова класифікація: УДК 621.9, 621.927.3, 621.928, 621.928.028, 621.928.3, 622.2, 676.1.

Джерела інформації:

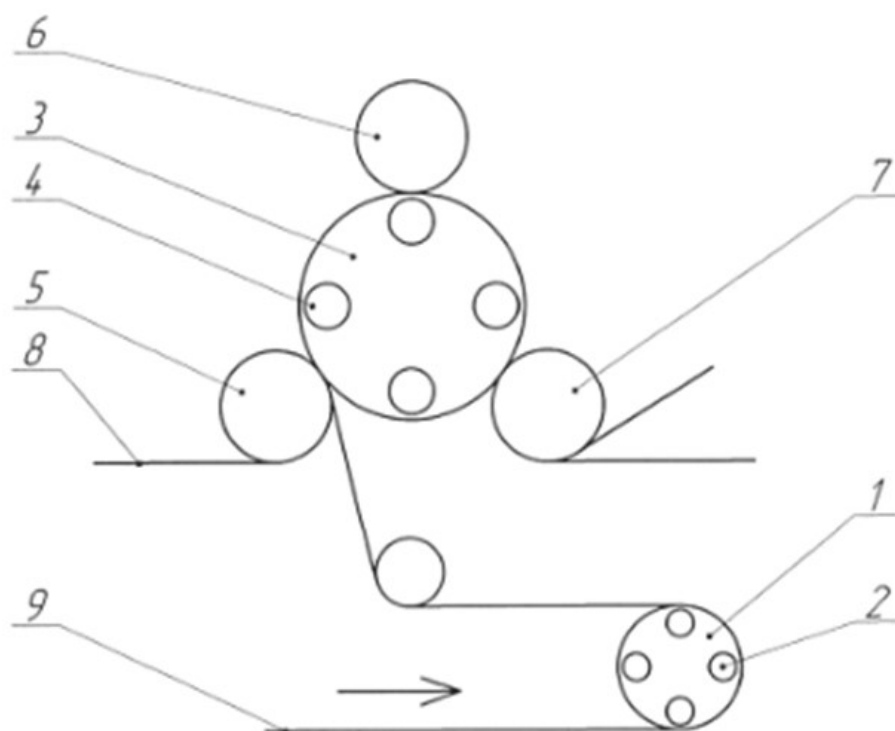
- патентна інформація: описи до винаходів, офіційні патентні бюлетені Держпатенту України, Роспатенту та США.
- науково-технічна інформація: підручники й навчальні посібники з курсу устаткування для підготовки паперової маси.

Суттєві ознаки преса: пресові вали; сукна; притискні та сукнорозгінні вали; вали для натягу та правки сукна.

					ЛН82мп.705503.001 ПЗ	Арк.
						24
Зм.	Арк.	№ докум.	Піпис	Дата		

Для докладного аналізу було обрано патенти [1 - 5].

У патенті України на корисну модель [1] автори розробили пресову частину паперової або картонної машини (рис. 3.4) з центральною віссю, що містить нагрівальні елементи, віджимні вали та пресове сукно. Крім того, перед системою захоплення, передбачений поворотний вал з нагрівальними елементами, через який нагрівається паперове полотно. Це дає можливість значно покращити процес пресування в пресових захватах і тим самим збільшити кінцеву сухість паперового полотна.



1 – поворотний вал; 2 – нагрівальні елементи; 3 – гарячий вал; 4 – нагрівальні елементи; 5,6 – жолобчасті віджимні вали; 7 – гладкий гумований віджимний вал; 8 – сукно.

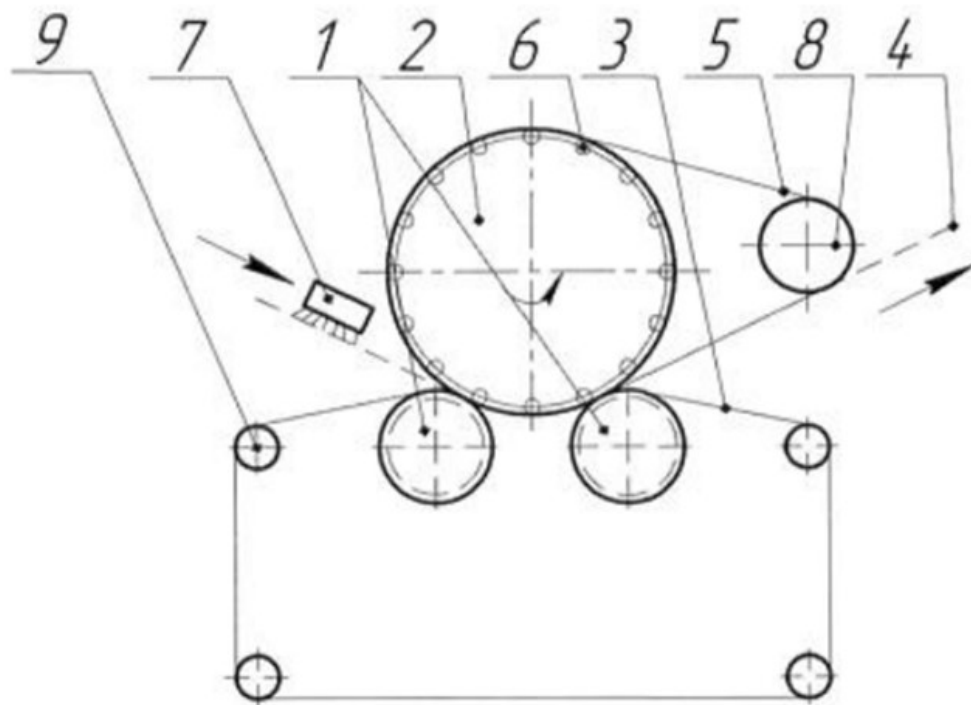
Рисунок 3.4 - Пресова частина паперо- або картоноробної машини

Перевагою такої конструкції є значне підвищення сухості полотна.

Недоліком є великі габаритні розміри, велика металоємність та підвищенні енерговитрати.

					ЛН82мп.705503.001 ПЗ	Арк.
Зм.	Арк.	№ докум.	Піпис	Дата		25

У патенті України на корисну модель [2] автори розробили конструкцію преса картоноробної машини (мал. 3.5). Прес складається з двох жолобчатих валів, валу із вбудованими нагрівальними елементами, термопластичної стрічки, термопластичного герметичного валу, інфрачервоного випромінювача та валів, які огинаються сукном. Вал із вбудованими нагрівальними елементами монтується на двох валах зі спеціальною поверхнею. Вал, що направляє напрямок термопластичної стрічки, влаштована таким чином, що матеріал, який підлягає висиханню, може контактувати з термопластичною стрічкою після проходження через вали, що мають спеціальну поверхню.



1 – нижні жолобчасті вали; 2 – гарячий вал; 3 – сукно; 4 – полотно; 5 – безкінечна стрічка; 6 – нагрівачі; 7 – радіаційний нагрівач; 8 – вал підтримувальний; 9 – сукноведучи вали.

Рисунок 3.5 - Прес картоноробної машини

Прес працює наступним чином. Паперове або картоне полотно, нагріте інфрачервоним нагрівачем, по черзі притискається пресовими захватами. Вони складаються з жолобчатих валів і нагріваються до температури 200-300 ° С з

центральною валом, який огортає термопластичну стрічку. Останній може складатися з термопластичного матеріалу з невеликими осередками для зменшення адгезії паперу або картону. Високотемпературна нагріта термопластична стрічка виділяє тепло, коли вона торкається до полотна. Це зменшує в'язкість рідини в порах полотна і покращує пластичність волокон. Після першого захвату преса нагріте паперове або картонне полотно переходить до преса, який складається з верхнього валу і другим жолобчатим валом. Після зневоднення в кінцевому пресовому захваті полотно продовжує контактувати з стрічкою, тим самим нагріваючи її до наступного преса. Це покращить інтенсивність зневоднення полотна.

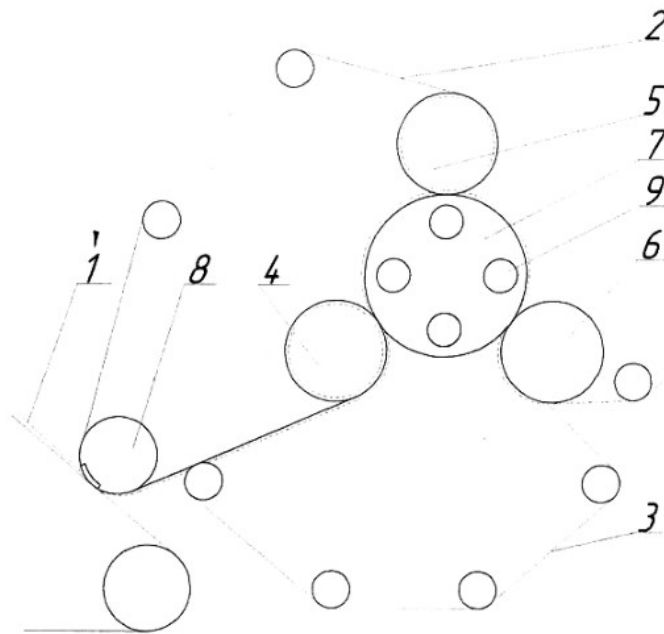
Підвищена температура полотна паперу для запропонованого преса дозволяє підвищити сухість паперового полотна та підвищити його міцність і температуру після пресу. Підвищення температури після пресування зменшує в'язкість залишків вологи в сукні та покращує її видалення на наступній стадії зневоднення.

Перевагою пресу є досить висока продуктивність.

Недоліком цієї конструкції є підвищені енергозатрати, відносно швидке стирання металевої стрічки та підвищена пожежонебезпека.

У патенті України на корисну модель [3] автори розробили конструкцію пресової частини паперо- та картоноробної машини (рисунок 3.6) Пресова частина паперо- або картоноробної машини включає верхній і нижній преси, центральну вісь, жолобчаті віджимні вали, гладкий гумований вал та відсмоктуючий вал. В середині гарячого валу вмонтовані нагрівачі. Його зовнішня поверхня, до якої притискаються два жолобчаті вали та гладкий гумований, який створює три пресові захвати. Паперова полотно проходить через них та зневоднюється.

					ЛН82мп.705503.001 ПЗ	Арк.
Зм.	Арк.	№ докум.	Піпис	Дата		27



1 – паперове полотно; 2,3 – сукно; 4,5 – жолобчасті віджимні вали; 6 – гладкий гумований віджимний вал; 7 – гарячий вал; 8 – пересмоктувальний вал; 9 – нагрівальні елементи.

Рисунок 3.6 - Пресова частина паперо- або картоноробної машини

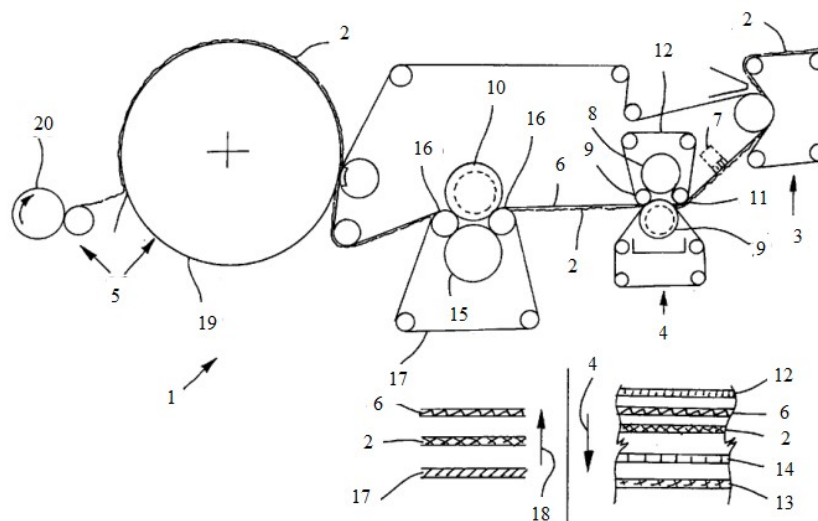
Паперове полотно відтягується назад від вала на сукно і накривається сукном. Він перекриває першу пресовий захват, утворений жолобчатим віджимним валом та центральним валом. Останній має нагрівальні елементи у внутрішній порожнині. Потім полотно між двома сукнами переміщується до другого захвату, утвореним жолобчатим віджимним валом та центральним валом. Крім того, полотно рухається разом з сукном, але без верхнього сукна, до третього захвату, гладким гумованим віджимним валом та центральним валом.

Перевагою конструкції є висока кінцева сухість полотна.

Недоліком є підвищені енерговитрати, здорожчання конструкції.

У патенті США на корисну модель [4] авторами розроблен спосіб зневоднення волокнистого полотна в папероробній машині (рисунок 3.7).





1 – папероробна машина; 2- полотно; 3 – формувальна частина; 4 – прес; 5 – технологічне обладнання; 6 – формувальна тканина; 7 – формувальна тканина; 8 – основний рулон; 9,10 – вентильований рулон; 11 – вал кришки; 12 – непроникна мембрана; 13 – дифузійна частина; 14 – тканина; 15 – нижній основний рулон; 16 – дно вентильного валка; 17 – резистивна тканина; 18 – стрілка; 19 – циліндр; 20 – намотувальна котушка.

Рисунок 3.7 - зневоднення волокнистого полотна в папероробній машині

Даний винахід пропонує пресування полотна за допомогою об'ємного пресування у повітряному пресі з подальшою сушкою повітрям.

Прес включає в себе верхній основний рулон, нижній вентильований рулон, несучий полотно на його нижній стороні. Вентильований рулон має канали для повітря. Під час роботи вода видаляється з волокна за допомогою гравітації.

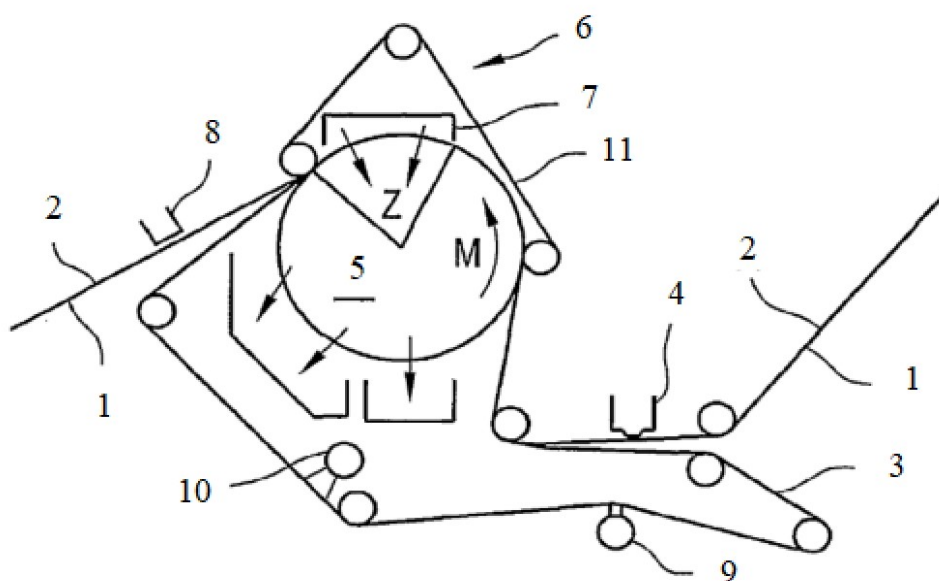
Через вентильований вал пропускається повітря під тиском тим самим збільшуючи рушійну силу пресування.

Перевагою є висока технологічність.

Недоліком є підвищені витрати енергії та підвищена металоємність.

У патенті США на корисну модель [5] авторами розроблена установка для пресування (рис 3.8), яка включає перше і друге сукно, які є проникними.

Паперове або картонне полотно розташоване між першим і другим сукном. Елемент, що створює тиск, контактує з першим сукном. Опорна поверхня несучої конструкції знаходиться в контакті з другим сукном. Тиск створюється між першим сукном і опорною поверхнею, яка діє на перше і друге сукно. В результаті цього паперове або картонне полотно піддається механічному тиску, заздалегідь заданий гідравлічним тиском. Пристрій сконструйований і розташований так, щоб дозволити повітрю проходити в напрямку від першого сукна через паперове або картонне полотно і через друге сукно. Паперова сітка розташована між першим і другим сукном. Підтримуюча поверхня несучої конструкції контактує з другим сукном. Між першим забезпечується перепад тиску. Притискний механізм розташований так, щоб повітря проходило в напрямку від першого сукна через паперове або картонне полотно і через друге сукно.



1 – полотно; 2,3 – зневоднене полотно; 4 – вакумна коробка; 5 – відсмоктуючий ящик; 6 – стрічковий прес; 7 – кожух; 8 – всмоктувальна коробка; 9 – коробка; 10 – душева; 11 – проникний ремінь.

Рисунок 3.8 – Конструкція для пресування

Винахід дозволяє використовувати в якості притискного елемента проникний ремінь, натягнутий на рулон всмоктування щоб створити тиск для преса.

					ЛН82мп.705503.001 ПЗ	Арк.
Зм.	Арк.	№ докум.	Піпис	Дата		30

Показана система зневоднення паперового або картонного полотна включає в себе сукно, відсмоктуючий ящик, вакуумний валок, стрічковий вузол, витяжку (яка може бути також з гарячим

повітрям), коробку всмоктування і одну або більше душових установок.

Перевагами є висока сухість полотна.

Недоліком є підвищенні енерговитрати та висока вартість обладнання.

					ЛН82мп.705503.001 ПЗ	Арк.
Зм.	Арк.	№ докум.	Піпис	Дата		31

## 4 Розрахунки, що підтверджують працездатність та надійність конструкції

### 4.1 Баланс води і волокна

Розрахункову схему пресу картоноробної машини показано на рисунку 4.1.

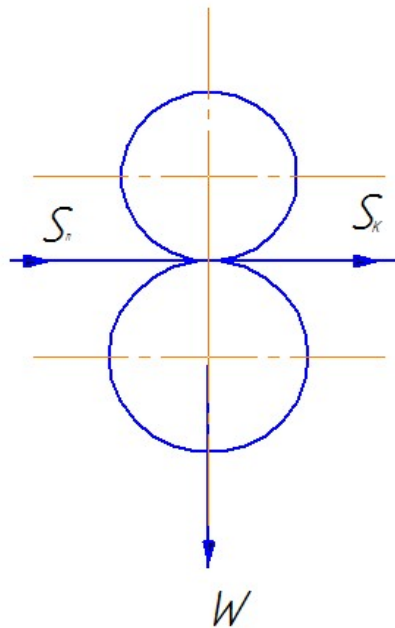


Рисунок 4.1 - Розрахункова схема пресу

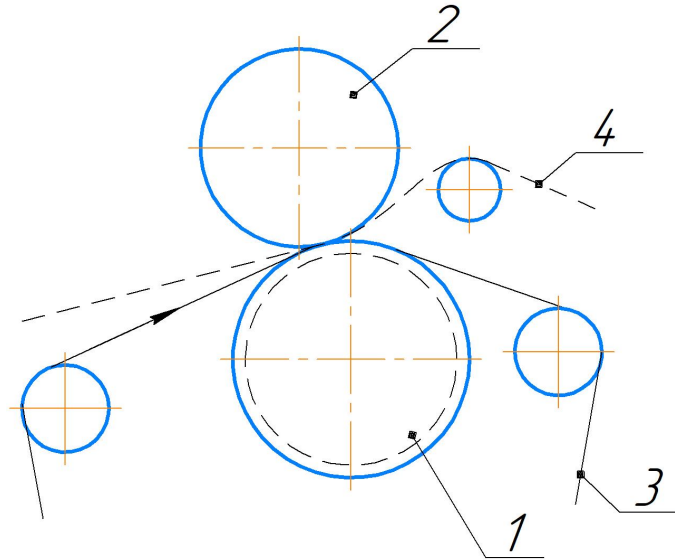
Метою розрахунку є визначення лінійного тиску в захваті пресу при попередньо заданих сухостях картонного полотна, швидкості машини та маси  $1 \text{ м}^2$  картону.

Вихідні дані:

Швидкість машини $V$ , м/с (м/хв)	10 (600)
Маса $1 \text{ м}^2$ паперового полотна $g$ , г/м <sup>2</sup>	180
Обрізна ширина картонного полотна $B$ , м	4,2
Сухість картонного полотна перед пресовою частиною $S_0$ , %	25
Сухість картонного полотна після пресової частини $S_k$ , %	31

#### 4.1.1 Баланс води і волокна для жолобчастого преса

Розрахункову схему пресу картоноробної машини показано на рисунку 4.2



1 – нижній вал(жолобчатий); 2 – верхній вал(гранітний); 3 – сукно; 4 – картон.

Рисунок 4.2 - Розрахункова схема жолобчастого пресу

Розрахунок приведено за методикою викладеною у [12]

Продуктивність картоноробної машини :

$$Q = BVgS = 4,2 \cdot 10 \cdot 0,18 \cdot 0,95 = 7,182 \text{ кг/с},$$

де  $B$  - обрізна ширина картону, м;

$V$  - швидкість машини, м/с;

$g$  - маса  $1\text{ м}^2$  паперу,  $\text{кг/м}^2$ ;

$S$  - сухість на накаті, %.

Визначаємо кількість води, що необхідно віджати на 1 кг абсолютно сухого картону, втратами волокна нехтуємо:

$$W = \frac{1}{S_o} - \frac{1}{S_k} = \frac{S_k - S_o}{S_o \cdot S_k} = \frac{0,31 - 0,25}{0,25 \cdot 0,31} = 0,774,$$

де  $S_o$  - сухість картонного полотна перед пресом, %;

$S_k$  - сухість картонного полотна після преса, %.

Визначаємо кількість води, яку необхідно видалити у захваті пресу за 1 с:

$$G = WQ = 0,774 \cdot 7,182 = 5,559 \text{ кг/с},$$

Середній тиск в захваті жолобчастого преса:

$$P_{cp} = \frac{21,74 q_{\text{л}}^{0,737}}{D^{0,4} T^{0,275}} = \frac{21,74 \cdot 75^{0,737}}{800^{0,4} \cdot 25^{0,275}} = 14,911 \text{ кПа}.$$

де  $q$  – лінійний тиск між валами, кН/м;

$D$  – діаметр жолобчатого вала, мм;

$T$  – твердість поверхні жолобчатого вала по ТШМ-2.

Сухість картонного полотна після жолобчатого преса

$$S_{\text{кр}} = \frac{A * \alpha_0 * m * P_{\text{cp}}^y S_k^{\Theta} S_0^{\omega} g^{\beta}}{V^{\varepsilon} \cdot \text{ШР}^{\phi}} = \frac{0,983 \cdot 0,75 \cdot 92,2 \cdot 14,911^{0,147} \cdot 31^{0,07} \cdot 25^{0,131} \cdot 180^{-0,063}}{600^{0,067} \cdot 60^{0,272}} = 29,236\%$$

де  $A$  – коефіцієнт, що залежить від конструкцію преса;

$\alpha_0$  - коефіцієнт виду картону;

$m$  – коефіцієнт, що залежить від маси продукції і швидкості пресової частини;

$P_{\text{cp}}$  - середній тиск між валами, кгс/см<sup>2</sup>;

$S_0$  – сухість перед пресом, %;

$S_k$  – сухість після преса, %;

$q$  – маса 1 м<sup>2</sup> продукції, г/м<sup>2</sup>;

$\beta$  - коефіцієнт маси 1 м<sup>2</sup> продукції;

$V$  – швидкість пресової частини, м/хв;

ШР – ступінь помелу картону;

$I_y, \Theta, \omega, \varepsilon, \phi$  - емпіричні коефіцієнти.

					ЛН82мп.705503.001 ПЗ	Арк.
Зм.	Арк.	№ докум.	Піпис	Дата		34

Визначаємо фактичну кількість води, що віджимається на 1 кг абсолютно сухого картону, втратами волокна нехтуємо:

$$W_{\phi} = \frac{1}{S_o} - \frac{1}{S_k} = \frac{S_k - S_o}{S_o \cdot S_k} = \frac{0,292 - 0,25}{0,25 \cdot 0,292} = 0,575,$$

Визначаємо кількість води, видаленої у захваті пресу за 1 с:

$$G_{\phi} = WQ = 0,575 \cdot 7,182 = 4,13 \text{ кг /с},$$

$$G_{\phi} < G$$

$$W_{\phi} < W$$

$$4,13 < 5,559$$

$$0,575 < 0,774$$

Згідно розрахунків маємо недостатню сухість картонного полотна. Ітераційним шляхом встановлено, що для досягнення необхідної сухості необхідно збільшити лінійний тиск  $q$  до 130 кН/м.

Для математичного підтвердження вище сказаного заново визначимо середній тиск та кінцеву сухість при  $q=130$  кН/м.

Середній тиску в захваті жолобчастого преса:

$$P_{cp} = \frac{21,74 q_{\text{л}}^{0,737}}{D^{0,4} T^{0,275}} = \frac{21,74 \cdot 130^{0,737}}{800^{0,4} \cdot 25^{0,275}} = 22,365 \text{ кПа}.$$

Сухість картонного полотна після жолобчастого преса

$$S_{\text{кр}} = \frac{A * \alpha_0 * m * P_{\text{cp}}^y S_{\kappa}^{\Theta} S_o^{\omega} g^{\beta}}{V^{\varepsilon} \cdot Шp^{\psi}} = \frac{0,983 \cdot 0,75 \cdot 92,2 \cdot 22,365^{0,147} \cdot 31^{0,07} \cdot 25^{0,131} \cdot 180^{-0,063}}{600^{0,067} \cdot 60^{0,272}} = 31,031\%.$$

Визначаємо фактичну кількість води, що віджимається на 1 кг абсолютно сухого картону, втратами волокна нехтуємо:

$$W_{\phi} = \frac{1}{S_o} - \frac{1}{S_k} = \frac{S_k - S_o}{S_o \cdot S_k} = \frac{0,3103 - 0,25}{0,25 \cdot 0,3103} = 0,777,$$

де  $S_o$  - сухість картонного полотна перед пресом, %;

$S_k$  - сухість картонного полотна після преса, %.

					ЛН82мп.705503.001 ПЗ	Арк.
Зм.	Арк.	№ докум.	Піпис	Дата		35

Визначаємо кількість води видаленої на захваті пресу за 1 с:

$$G_{\phi} = WQ = 0,777 \cdot 7,182 = 5,58 \text{ кг/с},$$

$$G_{\phi} \geq G$$

$$W_{\phi} \geq W$$

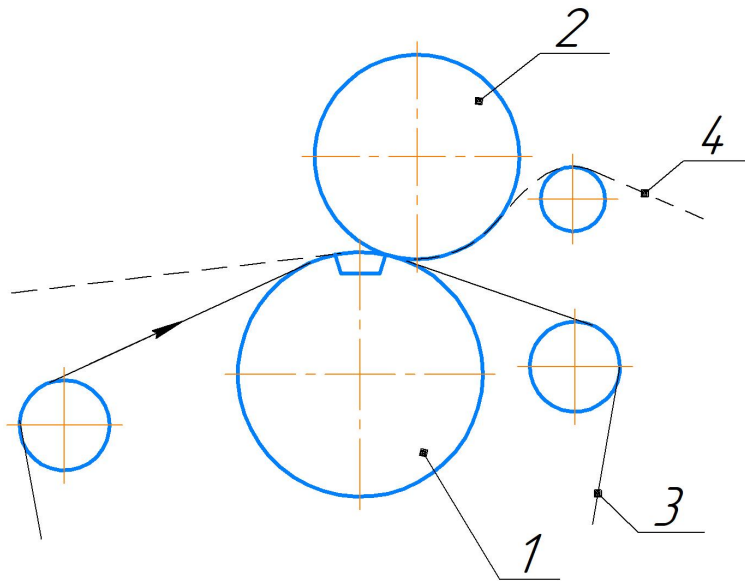
$$5,58 \geq 5,559$$

$$0,777 \geq 0,774$$

Отримуємо достатню сухість картонного полотна при лінійному тиску  $q=130$ , кН/м.

#### 4.1.2 Баланс води і волокна для відсмоктуючого преса

Розрахункову схему пресу картоноробної машини показано на рисунку 4.3



1 – нижній вал(відсмоктуючий); 2 – верхній вал(гранітний); 3 – сукно; 4 – картон.

Рисунок 4.3 - Розрахункова схема жолобчастого пресу

Продуктивність картоноробної машини :

$$Q = BVgS = 4,2 \cdot 10 \cdot 0,18 \cdot 0,95 = 7,182 \text{ кг/с},$$

					ЛН82мп.705503.001 ПЗ	Арк.
Зм.	Арк.	№ докум.	Піпис	Дата		36



де  $B$  - обрізна ширина картону, м;

$V$  - швидкість машини, м/с,

$g$  - маса  $1\text{ м}^2$  паперу,  $\text{кг/м}^2$ ;

$S$  - сухість на накаті, %.

Визначаємо кількість води, що необхідно віджати на 1 кг абсолютно сухого картону, втратами волокна нехтуємо:

$$W = \frac{1}{S_o} - \frac{1}{S_k} = \frac{S_k - S_o}{S_o \cdot S_k} = \frac{0,31 - 0,25}{0,25 \cdot 0,31} = 0,774,$$

де  $S_o$  - сухість картонного полотна перед пресом, %;

$S_k$  - сухість картонного полотна після пресом, %.

Визначаємо кількість води видаленої на захваті пресу за 1 с:

$$G = WQ = 0,774 \cdot 7.182 = 5.559 \text{ кг /с},$$

Середній тиску в захваті відсмоктуючого преса:

$$P_{cp} = \frac{21,74 q_{\text{л}}^{0,737}}{D^{0,4} T^{0,275}} = \frac{21,74 \cdot 75^{0,737}}{865^{0,4} \cdot 25^{0,275}} = 14,452 \text{ кПа}.$$

де  $q$  – лінійний тиск між валами,  $\text{кН/м}$ ;

$D$  – діаметр відсмоктуючого вала, мм;

$T$  – твердість відсмоктуючого вала по ТШМ;

Сухість картонного полотна після відсмоктуючого преса

$$S_{\text{кр}} = \frac{A * \alpha_0 * m * P_{\text{cp}}^y S_k^{\Theta} S_o^{\omega} g^{\beta}}{V^{\varepsilon} \cdot \text{Шр}^{\Psi}} = \frac{1,431 \cdot 0,86 \cdot 77,5 \cdot 14,452^{0,123} \cdot 60^{0,07} \cdot 25^{0,127} \cdot 180^{-0,13}}{600^{0,055} \cdot 60^{0,272}} = 31,22\%$$

де  $A$  – коефіцієнт, що залежить від конструкцію преса;

$\alpha_0$  - коефіцієнт виду картону;

$m$  – коефіцієнт, що залежить від маси продукції і швидкості пресової частини;

$P_{cp}$  - середній тиск між валами,  $\text{кгс/см}^2$ ;

					ЛН82мп.705503.001 ПЗ	Арк.
Зм.	Арк.	№ докум.	Піпис	Дата		37

$S_0$  – сухість перед пресом, %;

$S_k$  – сухість після преса, %;

$q$  – маса 1  $m^2$  продукції, г/ $m^2$ ;

$\beta$  - коефіцієнт маси 1  $m^2$  продукції;

$V$  – швидкість пресової частини, м/хв;

ШР – ступінь помелу картону;

$I_{\gamma, \Theta, \omega, \varepsilon, \phi}$  - емпіричні коефіцієнти.

Визначаємо фактичну кількість води, що віджимається на 1 кг абсолютно сухого картону на відсмоктуючому пресі, втратами волокна нехтуємо:

$$W_{\phi} = \frac{1}{S_o} - \frac{1}{S_k} = \frac{S_k - S_o}{S_o \cdot S_k} = \frac{0,3122 - 0,25}{0,25 \cdot 0,3122} = 0,797,$$

Визначаємо кількість води видаленої на захваті пресу за 1 с:

$$G_{\phi} = WQ = 0,797 \cdot 7,182 = 5,72 \text{ кг /с,}$$

$$G_{\phi} \geq G$$

$$W_{\phi} \geq W$$

$$5,72 \geq 5,559$$

$$0,797 \geq 0,774$$

Отримуємо достатню сухість картонного полотна при лінійному тиску  $q = 75$ , кН/м

#### 4.1.3 Вибір конструкції преса

Порівнюємо параметри жолобчастого та відсмоктуючого пресів для забезпечення необхідної кінцевої сухості 31% (табл. 4.1).

Таблиця 4.1 – Порівняння параметрів пресів

	Відсмоктуючий	Жолобчастий
$S_k$	31,22	31,031
$q$	75	130

$$q_{\text{відсм}} < q_{\text{жол}}$$

$$\Delta q = q_{\text{жол}} - q_{\text{відсм}} = 130 - 75 = 55, \text{ кН/м}$$

При цьому продуктивність по відпресованій волозі:

$$G_{\text{вв жол}} = WQ = 0,575 \cdot 7,182 = 4,13 \text{ кг/с},$$

$$G_{\text{вв жол}} = WQ = 0,797 \cdot 7,182 = 5,72 \text{ кг/с}.$$

Висновок: для  $S_k=31\%$  необхідне зусилля притискання відсмоктуючого вала становить 75 кН/м, що менше на 55 кН/м (73%) від жолобчастого (120 кН/м).

Отже обираємо відсмоктуючий прес. Це дозволить збільшити метр квадратний картону, що виготовляється чи збільшити швидкість КРМ.

## 4.2 Розрахунок зусиль притискання

Розрахункова схема зусиль притискання наведена на рисунку 4.4.

Мета розрахунку: визначення необхідного діаметру діафрагм для створення заданого лінійного тиску в захваті відсмоктуючого преса

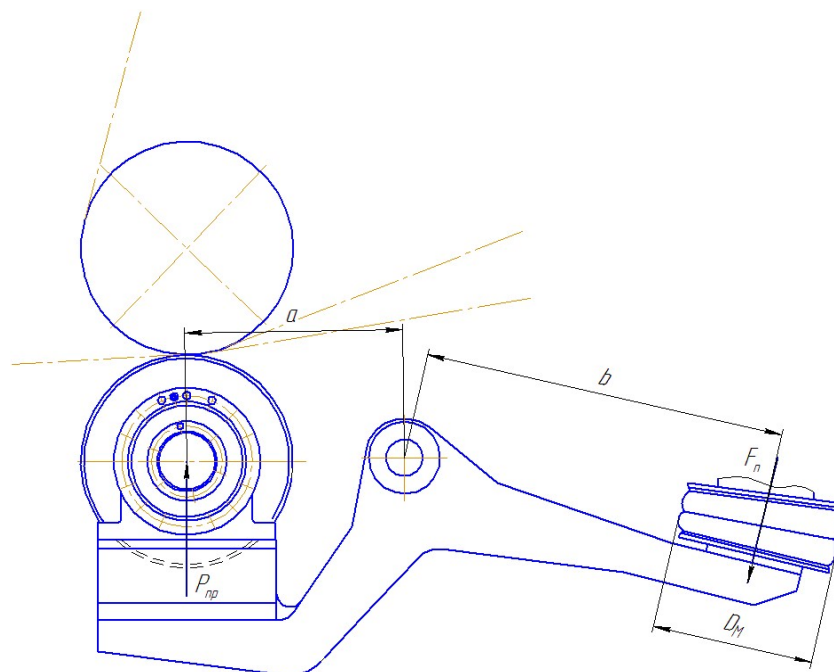


Рисунок 4.4 - Схема зусиль притискання

					ЛН82мп.705503.001 ПЗ	Арк.
						39
Зм.	Арк.	№ докум.	Піпис	Дата		

Вихідні дані :

Лінійний тиск $q_{\text{л}}$ , кН/м	75
Ширина сукна, м	4,6
Вага притискного валу з підшипниками $G_{\text{в}}$ , Н	75000
Довжина плеча з боку притискного валу $b$ , м	1
Довжина плеча з боку притискного механізму $a$ , м	2,4
Розрахунок приведено за методикою викладеною у [12]	

Для створення заданого тиску в захвати пресу до цапф рухомого валу, який створює тиск, необхідно прикласти певні зусилля  $P_{\text{пр}}$ .

Зусилля притискання:

$$P_{\text{пр}} = q_{\text{л}} B - G_{\text{в}} = 75000 \cdot 4,6 - 75000 = 270000 \text{ Н},$$

де  $q_{\text{л}}$  – лінійний тиск, Н/м;

$B$  – ширина сукна, м;

$G_{\text{в}}$  – вага валу з підшипниками, Н.

Зусилля притискання з боку притискного механізму:

$$F_{\text{п}} = \frac{P_{\text{пр}} \cdot b}{a \cdot \eta} = \frac{270000 \cdot 1}{2,4 \cdot 0,96} = 117187 \text{ Н},$$

де  $a$  – довжина плеча з боку механізму притискання, м;

$b$  – довжина плеча з боку притискного механізму, м;

$\eta$  – коефіцієнт корисної дії механізму притискання.

Сила притискання на одну цапфу:

$$F'_n = 0,5 F_{\text{п}} = 0,5 \cdot 117187 = 58594 \text{ Н},$$

де  $F_{\text{п}}$  – загальна сила притискання притискного механізму, Н.

Діаметр діафрагми:

$$D = \sqrt{\frac{4F'_n}{\pi P_n}} = \sqrt{\frac{4 \cdot 58594}{3,14 \cdot 0,4 \cdot 10^6}} = 0,43 \text{ м},$$

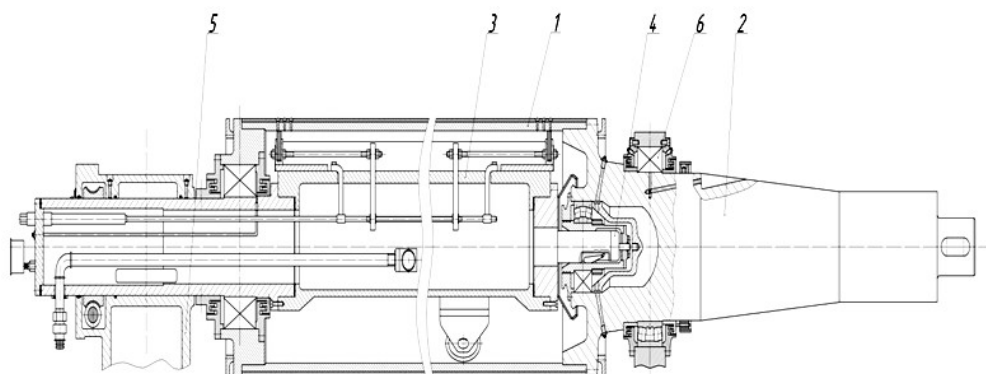
де  $P_n$  – тиск повітря ( $P_n = 0,4 \cdot 10^6$  Па,  $P_n = 0,4$  МПа).

					ЛН82мп.705503.001 ПЗ	Арк.
						40
Зм.	Арк.	№ докум.	Піпис	Дата		

Висновок: за результатами даного розрахунку встановлено, що необхідний діаметр діафрагми повинен становити 0,43 м для встановлення заданого лінійного тиску в захваті.

### 4.3 Розрахунок оболонки пресового відсмоктувального вала

Схема відсмоктуючого валу представлено на рис 4.5.



1 – перфорована оболонка; 2 – привідна цапфа; 3 – вакуумна камера; 4 – цапфа; 5 – опори; 6 – підшипникові вузли.

Рисунок 4.5 – Схема відсмоктувального пресового вала

Метою даного розрахунку є перевірка оболонки пресового відсмоктувального вала на міцність і жорсткість.

Вихідні дані до розрахунку:

Швидкість машини $V$ , м/с (м/хв)	(10) 600
Зовнішній діаметр оболонки вала $D$ , м	0,865
Довжина зони відсмоктування $l_{отс}$ , м	4,6
Ширина зони відсмоктування $b_{отс}$ , м	0,775
Натяг сукна $S$ , Н/м	$2 \cdot 10^3$
Довжина оболонки вала $l$ , м	5,58
Відстань між опорами вала $L$ , м	6,78
Лінійний тиск $q_d$ , Н/м	75000
Вага оболонки вала $G_1$ , Н	39790
Вага відсмоктувальної камери $G_2$ , Н	15920

Вага лицьової сторони вала $G_3$ , Н	7310
Вага цапфи приводної сторони вала $G_4$ ,	7310
Вага валу без підшипникових вузлів $G_5$ , Н	57910
Прискорення вільного падіння $g$ , м/с <sup>2</sup>	9,81
Величина вакууму в камері $P_1$ , Па	63700
Матеріал оболонки вала	Сталь 0,8Х18Н10Т ГОСТ 5949-77
Межа міцності матеріалу оболонки $\sigma_b$ , Па	$450 \cdot 10^6$
Мінімальний допустимий запас міцності $[n]$	3

Розрахунок здійснюється за методикою, викладеною в [6] та розрахунковою схемою навантаження відсмоктувального вала (рис 4.6).

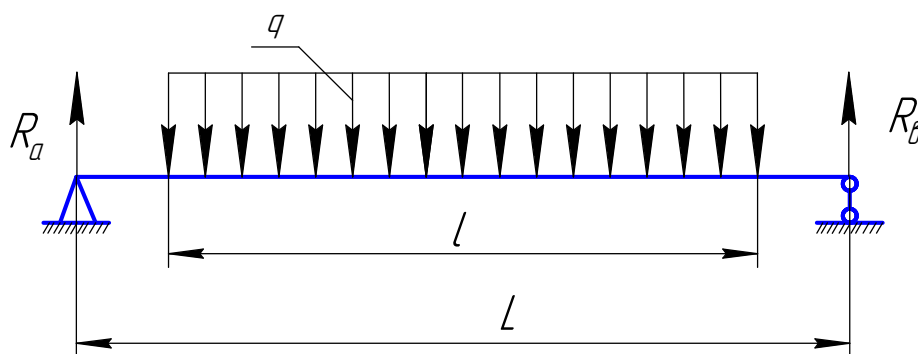


Рисунок 4.6 – Розрахункова схема навантаження відсмоктувального вала

Оболонка пресового відсмоктувального вала працює під навантаженням від власної ваги, зусилля притискання від вакууму у камері, натягу пресового сукна, ваги верхнього вала і величини додаткового притискання оболонки вала до камери.

Величина притиснення оболонки вала до камери при вакуумі в ній:

$$P_b = P_1 b_{\text{отс}} l_{\text{отс}} = 63700 \cdot 0,775 \cdot 4,6 = 227090 \text{ Н.}$$

Навантаження від натягу сукна:

$$P_c = 2Sl_c = 2 \cdot 2 \cdot 10^3 \cdot 4,5 = 18000 \text{ Н,}$$

де  $l_c$  – ширина пресового сукна, м.

Навантаження від ваги верхнього вала і додаткового притискання:

$$P_n = q_l l = 75000 \cdot 5,58 = 418500 \text{ Н.}$$

Для розрахунку приймаємо, що сили  $P_c$ ,  $P_{\pi}$ ,  $P_b$ ,  $G_1$  діють в одній вертикальній площині, тоді:

Сумарне вертикальне навантаження оболонки вала:

$$P = P_c + P_{\pi} + P_b + G_1 = 18000 + 418500 + 227090 + 39790 = 703380 \text{ Н.}$$

Реакція опори корпусу вала з лицьової сторони:

$$R_1 = \frac{P}{2} + G_3 = \frac{703380}{2} + 7310 = 359000 \text{ Н,}$$

Реакція опори корпусу вала з приводної сторони:

$$R_2 = \frac{P - P_b + G_2}{2} + G_4 = \frac{703380 - 227090 + 15920}{2} + 7310 = 253415 \text{ Н.}$$

Коефіцієнт послаблення перерізу вала від перфорації:

$$\eta = \frac{i(S_0 - d_0)n_0}{\pi D} = \frac{5 \cdot (0,0159 - 0,005) \cdot 59}{3,14 \cdot 0,865} = 1,18$$

де  $i$  – кількість однакових відрізків, які складають ламану лінію;

$S_0$  – відстань між суміжними отворами перфорації;

$d_0$  – діаметр отворів перфорації оболонки;

$n_0=59$  – кількість отворів, що потрапляють в поперечний переріз оболонки (рис 4.7).

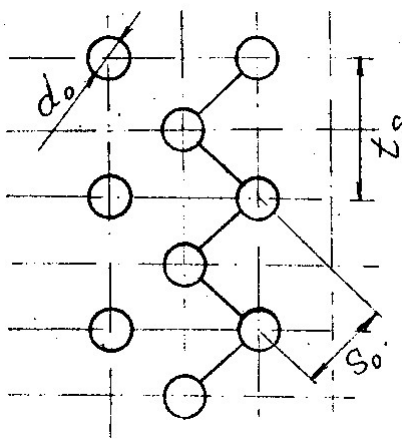


Рисунок 4.7 – Схема перфорації оболонки

Максимальний згинаючий момент:

$$M_{зг} = \frac{P}{4} \left( L - \frac{l}{2} \right) = \frac{703380}{4} \cdot \left( 6,78 - \frac{5,58}{2} \right) = 701621,55 \text{ Н} \cdot \text{м.}$$

					ЛН82мп.705503.001 ПЗ	Арк.
Зм.	Арк.	№ докум.	Піпис	Дата		43

Момент інерції оболонки вала:

$$I = \frac{\pi}{64} (D^4 - d^4) = \frac{3,14}{64} \cdot (0,865^4 - 0,775^4) = 9,78 \cdot 10^{-3} \text{ м}^4,$$

де  $d$  - внутрішній діаметр оболонки вала,

$$d = D_1 - 2\delta = 0,865 - 2 \cdot 0,045 = 0,775 \text{ м.}$$

Момент опору оболонки вала:

$$W = \frac{2I}{D} = \frac{2 \cdot 9,78 \cdot 10^{-3}}{0,865} = 0,0226 \text{ м}^3.$$

Напруження згинання з врахуванням послаблення перетину перфорацією:

$$\sigma = \frac{M_{зг}}{W\eta} = \frac{701621,55}{0,0226 \cdot 1,18} = 26,3 \text{ МПа},$$

де  $\eta$  - коефіцієнт послаблення перетину вала від перфорації,  $\eta = 1,18$ .

Коефіцієнт концентрації для перетину оболонки вала:

$$[K_\sigma]_д = \frac{K_\sigma + K_\sigma^n - 1}{\varepsilon_\sigma} = \frac{2,1 + 1,05 - 1}{0,54} = 3,98,$$

де  $K_\sigma$  – коефіцієнт концентрації в галтелі при згинанні,  $K_\sigma = 2,1$ ;

$K_\sigma^n$  – коефіцієнт стану поверхні,  $K_\sigma^n = 1,05$ ;

$\varepsilon_\sigma$  – масштабний фактор,  $\varepsilon_\sigma = 0,54$ .

Межа витривалості оболонки вала:

$$[\sigma_{-1}]_д = \frac{\sigma_{-1}}{[K_\sigma]_д} = \frac{350}{3,98} = 87,9 \text{ МПа},$$

де  $\sigma_{-1} = 350$  МПа – границя витривалості матеріалу оболонки.

Запас міцності по межі витривалості:

$$n = \frac{[\sigma_{-1}]_д}{\sigma} = \frac{87,94}{21,7} = 4,05.$$

Умова міцності:

$$n \geq [n].$$

Маємо:

					ЛН82мп.705503.001 ПЗ	Арк.
Зм.	Арк.	№ докум.	Піпис	Дата		44



$$4,05 > 3.$$

Умова міцності виконується.

Прогин оболонки вала з врахуванням перфорації:

$$f = \frac{Pl^2(12L - 7l)}{384EI(1 - K)} = \frac{580174 \cdot 5,58^2 \cdot (12 \cdot 6,78 - 7 \cdot 5,58)}{384 \cdot 2 \cdot 10^{11} \cdot 9,78 \cdot 10^{-3} \cdot (1 - 0,25)} = 8,45 \cdot 10^{-5} \text{ м},$$

де  $E = 2 \cdot 10^{11}$  Па – модуль пружності матеріалу оболонки;

$K$  – коефіцієнт живого перетину отворів оболонки вала,  $K=0,25$ .

Відносний прогин:

$$\varepsilon = \frac{f}{L} = \frac{8,45 \cdot 10^{-5}}{6,78} = 1,25 \cdot 10^{-5}.$$

Умова жорсткості:

$$\varepsilon \leq [\varepsilon],$$

де  $[\varepsilon] = \frac{1}{15000} - \frac{1}{20000}$  – допустимий відносний прогин,  $[\varepsilon] = 5 \cdot 10^{-5}$ .

Маємо:

$$1,25 \cdot 10^{-5} < 5 \cdot 10^{-5}.$$

Умова жорсткості виконується.

Прогин вала під дією власної ваги:

$$f_{\text{ст}} = \frac{5G_5L^3}{384EI} = \frac{5 \cdot 57910 \cdot 6,78^3}{384 \cdot 2 \cdot 10^{11} \cdot 9,78 \cdot 10^{-3}} = 6,68 \cdot 10^{-5} \text{ м},$$

де  $E = 2 \cdot 10^{11}$  Па – модуль пружності матеріалу оболонки.

Критична частота обертання вала:

$$n_{\text{кр}} = \frac{30}{\sqrt{f_{\text{ст}}}} = \frac{30}{\sqrt{6,68 \cdot 10^{-5}}} = 612 \text{ об/хв} = 10,2 \text{ об / с}.$$

Робоча частота обертання вала:

$$n_p = \frac{V}{\pi D} = \frac{10}{3,14 \cdot 0,865} = 3,68 \text{ об/с} = 221 \text{ об/хв}.$$

Відношення критичної частоти обертання вала до робочої:

$$K_0 = \frac{n_p}{n_{\text{кр}}} = \frac{3,68}{10,2} = 0,36.$$

					ЛН82мп.705503.001 ПЗ	Арк.
Зм.	Арк.	№ докум.	Піпис	Дата		45

Умова відсутності явища резонансу:

$$K_0 \leq [K_0],$$

де  $[K_0]$  – допустиме мінімальне відношення критичної частоти обертання вала до робочої,  $[K_0]=0,6$ .

Маємо:

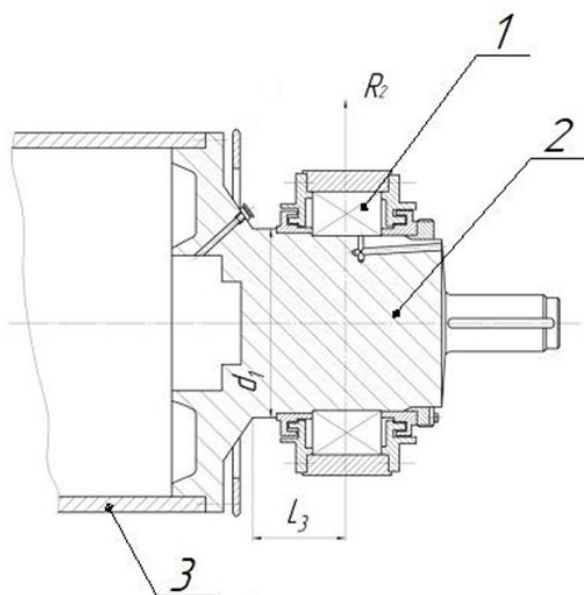
$$0,36 < 0,6.$$

Умова відсутності резонансу виконується.

Висновки: в результаті даного розрахунку встановлено, що умова міцності і жорсткості оболонки пресового відсмоктувального вала виконується. Робоча частота обертання вала є допустимою, що не призведе до появи резонансу.

#### 4.3.1 Розрахунок приводної цапфи пресового відсмоктувального вала

Розрахунок здійснюється за методикою, викладеною в [6] та розрахунковою схемою навантаження відсмоктувального вала (рис 4.8).



1 – підшипник; 2 – цапфа; 3 – оболонка.

Рисунок 4.8 – Приводна цапфа вала

					ЛН82мп.705503.001 ПЗ	Арк.
						46
Зм.	Арк.	№ докум.	Піпис	Дата		

Метою даного розрахунку є перевірка міцності приводної цапфи пресового відсмоктувального вала.

Вихідні дані до розрахунку

Реакція опори $R_2$ , Н	253415
Відстань від опори до небезпечного перерізу $L_3$ , м	0,22
Зовнішній діаметр цапфи $d_1$ , м	0,42
Межа витривалості матеріалу цапфи $\sigma_{-1ц}$ , МПа	323
Необхідний запас міцності цапфи $[n]_{\min}$	2,5

Згинаючий момент в перерізі:

$$M_{II-II} = R_2 L_3 = 253415 \cdot 0,22 = 55751,3 \text{ Н} \cdot \text{м}.$$

Момент опору перерізу цапфи:

$$W_2 = 0,1 d_1^3 = 0,1 \cdot 0,42^3 = 7,4 \cdot 10^{-3} \text{ м}^3.$$

Напруження згинання:

$$\sigma_{II-II} = \frac{M_{II-II}}{W_2} = \frac{55751,3}{7,4 \cdot 10^{-3}} = 7,53 \cdot 10^6 \text{ Па}.$$

Допустима границя концентрації напружень:

$$[K_\sigma]_{\text{дц}} = \frac{K_{\sigma_{ц}} + K_{\sigma_{ц}}^n - 1}{\varepsilon_{\sigma_{ц}}} = \frac{1,7 + 1 - 1}{0,68} = 2,5,$$

де  $K_{\sigma_{ц}}$  – коефіцієнт безпеки,  $K_{\sigma_{ц}} = 1,7$ ;

$K_{\sigma_{ц}}^n$  – коефіцієнт стану поверхні,  $K_{\sigma_{ц}}^n = 1,0$ ;

$\varepsilon_{\sigma_{ц}}$  – масштабний фактор,  $\varepsilon_{\sigma_{ц}} = 0,68$ .

Межа витривалості:

$$[\sigma_{-1}]_{\text{дц}} = \frac{\sigma_{-1ц}}{[K_\sigma]_{\text{дц}}} = \frac{323 \cdot 10^6}{2,5} = 129 \cdot 10^6 \text{ Па}.$$

Запас міцності в перерізі:

$$n_{ц} = \frac{[\sigma_{-1}]_{\text{дц}}}{\sigma_{II-II}} = \frac{129 \cdot 10^6}{7,53 \cdot 10^6} = 17,1.$$

					ЛН82мп.705503.001 ПЗ	Арк.
Зм.	Арк.	№ докум.	Піпис	Дата		47

Умова міцності:

$$n_{\text{ц}} \geq [n]_{\text{min}}.$$

Маємо:

$$17,1 > 2,5.$$

Умова міцності цапфи виконується.

Висновок: за результатами розрахунку перевірено умову міцності приводної цапфи і доведено її працездатність.

#### 4.3.2 Вибір і розрахунок підшипників

Розрахунок здійснюється за методикою, викладеною в [6] та розрахунковою схемою навантаження на підшипники (рисунок 4.9).

Метою цього розрахунку є перевірка умови довговічності підшипників пресового відсмоктувального валу.

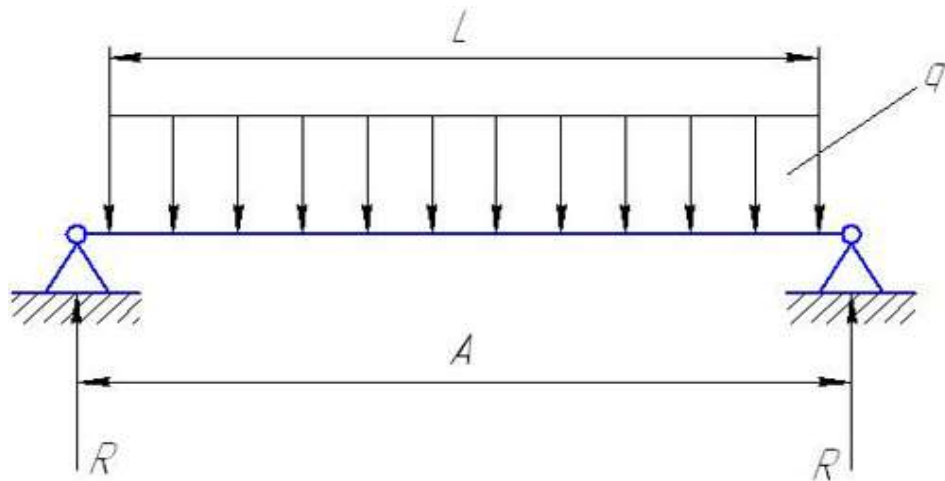


Рисунок 4.9 – Розрахункова схема навантаження на підшипники

Вихідні дані до розрахунку:

Швидкість машини $V$ , м/с (м/хв)	10 (600)
Реакція в опорах відсмоктуючого вала $R_2$ , Н	253415
Радіус оболонки відсмоктувального вала $r_{\Gamma}$ , м	0,432

Мінімальна допустима довговічність  $[L_h]$ , год

10000

Розрахунок навантаження на підшипник відсмоктувального вала.

Для нижнього відсмоктувального вала з [7] вибираємо підшипник роликовий радіальний середньої серії № 7317 ГОСТ 27365-87, в якого  $D = 180$  мм,  $d = 85$  мм,  $B = 41$  мм,  $C = 2860000$  Н,  $C_0 = 2160000$  Н.

Зведене навантаження на один підшипник відсмоктувального вала:

$$Q_{\text{пр}} = R_2 (XK_k + 0,1Y) K_T K_6 = 253415 \cdot (1 \cdot 1 + 0,1 \cdot 1) \cdot 1,1 \cdot 1,2 = 367958,58 \text{ Н},$$

де  $X$  – коефіцієнт радіального навантаження,  $X=1,0$ ;

$Y$  – коефіцієнт осьового навантаження,  $Y=1,0$ ;

$K_k$  – коефіцієнт обертання,  $K_k=1,0$ ;

$K_T$  – температурний коефіцієнт,  $K_T=1,1$ ;

$K_6$  – коефіцієнт безпеки,  $K_6=1,2$ .

Довговічність підшипника відсмоктувального вала:

$$L^\circ = \left( \frac{C}{Q_{\text{пр}}} \right)^{10/3} = \left( \frac{2860000}{367959} \right)^{10/3} = 930,159 \text{ млн об.}$$

Частота обертання відсмоктувального вала:

$$n_p = \frac{V}{\pi d_B} = \frac{10}{3,14 \cdot 0,864} = 221,4 \text{ об/хв} = 3,69 \text{ об/с.}$$

Довговічність підшипника відсмоктувального вала в годинах роботи:

$$L_h = \frac{L^\circ 10^6}{60 n_p} = \frac{930,159 \cdot 10^6}{60 \cdot 221,4} = 70021 \text{ год.}$$

Умова довговічності підшипника:

$$L_h \geq [L_h].$$

Маємо:

$$70021 \geq 10000.$$

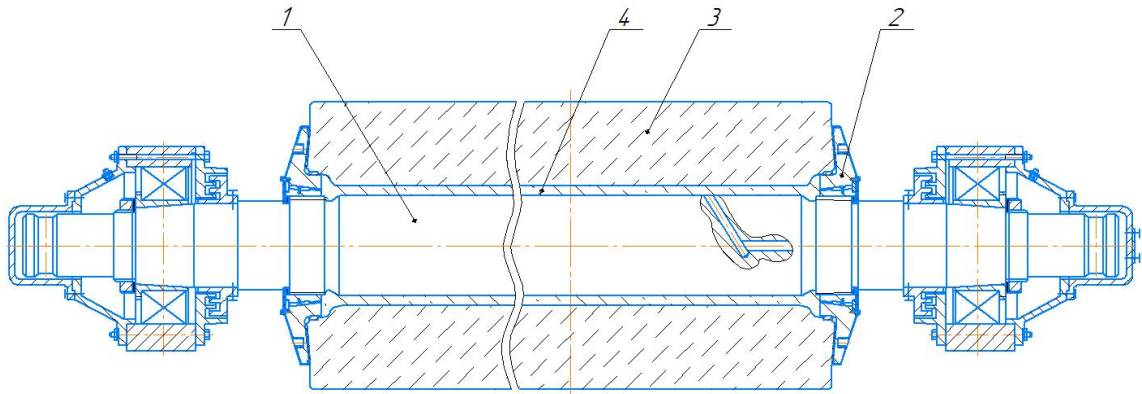
Умова довговічності підшипників відсмоктувального вала виконується.

					ЛН82мп.705503.001 ПЗ	Арк.
Зм.	Арк.	№ докум.	Піпис	Дата		49

## 4.4 Розрахунок вала гранітного

### 4.4.1 Розрахунок вала гранітного на жорсткість та міцність

Розрахункову схему вала гранітного наведено на рисунку 4.10.



1 – металевий стрижень, 2 – контргайка, 3 – гранітна оболонка, 4 – чавунна заливка

Рисунок 4.10 - Схема гранітного вала

Мета розрахунку: визначити напруження, що діють на гранітну оболонку та стальне осердя вала. Перевірити їх за умовою жорсткості.

Вихідні дані:

Загальна вага вала $G$ , кН	75
Зовнішній діаметр шайби $D_{ш}$ , м	0,61
Внутрішній діаметр шайби $d_{ш}$ , м	0,375
Зовнішній діаметр вала $D_v$ , м	0,75
Внутрішній діаметр гранітної оболонки $d_{ц}$ , м	0,265
Довжина лінії контакту валів $b$ , м	4,6
Навантаження на вал $q$ , кН/м	75
Діаметр осердя $d_c$ , м	0,2
Модуль пружності граніту $E_{гр}$ , МПа	$5 \cdot 10^4$
Відстань між осями підшипників $L$ , м	5,235

Коефіцієнт тертя сталі по граніту  $f$

0,15

Модуль пружності сталі  $E_{ст}$ , МПа [15]

$2,1 \cdot 10^5$

Розрахунок за методикою викладеною у [12]

Момент інерції валу, приведений до  $E_{гр}$ :

$$I_{пр} = \frac{\pi}{2} \left[ \frac{E_{ст}}{E_{гр}} \left( \frac{d_c}{2} \right)^4 + \left\{ \left( \frac{D_B}{2} \right)^4 - \left( \frac{d_{ц}}{2} \right)^4 \right\} \right] =$$
$$= \frac{3,14}{2} \cdot \left[ \frac{2,1 \cdot 10^{11}}{5 \cdot 10^{10}} \cdot \left( \frac{0,2}{2} \right)^4 + \left\{ \left( \frac{0,75}{2} \right)^4 - \left( \frac{0,265}{2} \right)^4 \right\} \right] = 0,0315 \text{ м}^4,$$

де  $E_{ст}$  - модуль пружності сталі, МПа;

$E_{гр}$  - модуль пружності граніту, МПа;

$d_c$  - діаметр осердя, м;

$D_B$  - зовнішній діаметр вала, м;

$d_{ц}$  - внутрішній діаметр гранітної оболонки, м.

Максимальний згинаючий момент посередині валу:

$$M_{зг.макс} = \frac{qb}{4} \left( L - \frac{b}{2} \right) = \frac{75000 \cdot 4,6}{4} \cdot \left( 5,235 - \frac{4,6}{2} \right) = 253144 \text{ Н} \cdot \text{м},$$

де  $q$  – навантаження на вал, Н/м;

$b$  – довжина лінії контакту валів, м;

$L$  – відстань між осями підшипника, м.

Напруження стиску гранітної оболонки:

$$\sigma_{зг} = \frac{M_{зг.макс}}{I_{пр}} \cdot \frac{D_B}{2} = \frac{253144}{0,0315} \cdot \frac{0,75}{2} = 3013619 \text{ Па} = 3 \text{ МПа},$$

де  $M_{зг.макс}$  – максимальний згинаючий момент посередині валу, Нм;

$I_{пр}$  – момент інерції валу, приведений до  $E_{гр}$ ,  $\text{м}^4$ ;

$D_B$  – зовнішній діаметр вала, м.

					ЛН82мп.705503.001 ПЗ	Арк.
Зм.	Арк.	№ докум.	Піпис	Дата		51

Напруження стиску гранітної оболонки :

$$\sigma_{\text{ст}} = (1,3 - 1,5) \sigma_{\text{зг}} = 1,4 \cdot 3013619 = 4639067 \text{ Па} = 4,6 \text{ МПа} ,$$

де  $\sigma_{\text{зг}}$  - напруження згинання гранітної оболонки, Па.

Осьове зусилля притискання шайб:

$$T = \frac{\sigma_{\text{ст}} \pi (D_{\text{в}}^2 - d_{\text{ц}}^2)}{4} = \frac{4639067 \cdot 3,14 \cdot (0,75^2 - 0,265^2)}{4} = 1792702 \text{ Н} .$$

Питомий тиск торцевих шайб на граніт:

$$P = \frac{T}{\frac{\pi}{4} (D_{\text{ш}}^2 - d_{\text{ш}}^2)} \leq [P] ,$$

де  $T$  – осьове зусилля притискання шайб, Н;

$D_{\text{ш}}$  – зовнішній діаметр шайби, м;

$d_{\text{ш}}$  – внутрішній діаметр шайби, м.

$[P]$  - допустимий питомий тиск торцевих шайб,  $[P] = 10 \dots 13 \text{ МПа}$ .

Отже маємо:

$$P = \frac{1792702}{\frac{3,14}{4} (0,61^2 - 0,375^2)} = 9865846 \text{ Па} \approx 9,9 \text{ МПа} ,$$

$$9,9 \text{ МПа} < 12 \text{ МПа} .$$

Сила тертя між шайбою і торцем оболонки :

$$F_{\text{тр}} = 2 f T > q b ,$$

де  $f$  - коефіцієнт тертя сталі по граніту,

$q$  - навантаження на вал, Н/м,

$b$  - довжина лінії контакту валів, м.

$$F_{\text{тр}} = 2 \cdot 0,15 \cdot 1792702 > q b = 75000 \cdot 4,6 ,$$

$$F_{\text{тр}} = 537811 > q b = 345000 .$$

Максимальне напруження стиснення граніту:

					ЛН82мп.705503.001 ПЗ	Арк.
Зм.	Арк.	№ докум.	Піпис	Дата		52



$$\sigma_{\text{ст.мах}} = \sigma_{\text{зг}} + \sigma_{\text{ст}} < [\sigma_{\text{ст}}],$$

де  $\sigma_{\text{ст}}$  - напруження стику гранітної оболонки, МПа;

$\sigma_{\text{зг}}$  - напруження згинання гранітної оболонки, МПа;

$[\sigma_{\text{ст}}]$  - допустиме напруження стиску гранітної оболонки,  $[\sigma_{\text{ст}}]$  10...13 МПа

$$\sigma_{\text{ст.мах}} = 3 + 4,6 = 7,6 \text{ МПа},$$

$$7,6 \text{ МПа} < 10...13 \text{ МПа},$$

Напруження згинання осердя :

$$\sigma_{\text{зг.ос}} = \frac{M_{\text{зг.мах}}}{I_{\text{пр}}} \cdot \frac{E_{\text{ст}}}{E_{\text{гр}}} \cdot \frac{d_c}{2} = \frac{253144}{0,0315} \cdot \frac{2,1 \cdot 10^{11}}{5 \cdot 10^{10}} \cdot \frac{0,2}{2} = 3375253 \text{ Па} \approx 3,4 \text{ МПа},$$

де  $M_{\text{мах}}$  - максимальний згинаючий момент посередині валу Нм;

$I_{\text{пр}}$  - момент енергії приведений до  $E_{\text{гр}}$ , м<sup>4</sup>;

$E_{\text{ст}}$  - модуль пружності сталі, Па;

$E_{\text{гр}}$  - модуль пружності граніту, Па;

$d_c$  - діаметр осердя, м.

Напруження розтягу осердя

$$\sigma_{\text{роз.ос}} = \frac{4 \cdot T}{\pi \cdot d_c^2} = \frac{4 \cdot 1792702}{3,14 \cdot 0,2^2} = 5709242 \text{ Па} = 5,7 \text{ МПа},$$

де  $T$  – осьове зусилля притискання шайб, Н.

Напруження осердя сумарне

$$\sigma_{\text{сум}} = \sigma_{\text{зг.ос}} + \sigma_{\text{роз.ос}} = 3,4 + 5,7 = 9,1 \text{ МПа},$$

де  $\sigma_{\text{зг.ос}}$  - напруження згинання осердя, МПа;

$\sigma_{\text{роз.ос}}$  - напруження розтягу осердя, МПа.

Умова міцності осердя:

$$\sigma_{\text{сум}} < [\sigma_{\text{сум}}]$$

де  $[\sigma_{\text{сум}}]$  – допустиме сумарне напруження осердя,  $[\sigma_{\text{сум}}] = 30 \text{ МПа}$ ,

					ЛН82мп.705503.001 ПЗ	Арк.
Зм.	Арк.	№ докум.	Піпис	Дата		53

$$9,1 \text{ МПа} < 30 \text{ МПа},$$

Прогин гранітного валу :

$$f_B = \frac{qb^3(12L - 7b)}{384E_{\text{гр}}I_{\text{пр}}} = \frac{75000 \cdot 4,6^3 \cdot (12 \cdot 5,235 - 7 \cdot 4,6)}{384 \cdot 5 \cdot 10^{10} \cdot 0,0315} = 3,7 \cdot 10^{-4} \text{ м},$$

де  $q$  – навантаження на вал, Н/м;

$L$  – відстань між осями підшипників, м;

$E_{\text{гр}}$  – модуль пружності граніту, Па.

Відносний прогин валу:

$$\varepsilon = \frac{f_B}{b} = \frac{3,7 \cdot 10^{-4}}{4,6} = 8 \cdot 10^{-5},$$

де  $b$  – довжина лінії контакту валів, м

$f_B$  – відносний прогин валу, м.

Умова жорсткості валу:

$$\varepsilon \leq [\varepsilon_B]$$

$$\varepsilon = 8 \cdot 10^{-5} \leq [\varepsilon_B] = 8,7 \cdot 10^{-5},$$

де  $[\varepsilon_B] = 8,7 \cdot 10^{-5}$  - допустимий відносний прогин валу [15].

Висновок: в результаті даного розрахунку встановлено, що умова міцності і жорсткості оболонки гранітного вала виконується, тому що, розраховане напруження і відносний прогин не перевищують допустимі значення.

#### 4.4.2 Розрахунок вала гранітного на критичне число обертів

Мета: розрахунок робочого і критичного числа обертів та їх порівняння.

Вхідні дані:

Навантаження на вал  $Q, \text{Н}$  345000

Відстань між центрами підшипників  $L, \text{мм}$  5235

					ЛН82мп.705503.001 ПЗ	Арк.
Зм.	Арк.	№ докум.	Піпис	Дата		54

Лінійна швидкість полотна  $V$ , м/хв.

600

Матеріал вала

граніт

Модуль пружності матеріалу вала  $E$ , Па

$5 \cdot 10^{10}$

Розрахункову схему наведено на рисунку 4.11

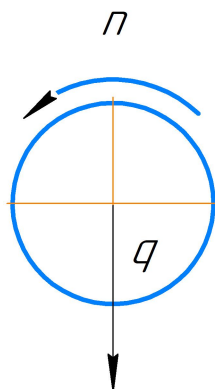


Рисунок 4.11 - Схема гранітного вала

Розрахунок проводимо за методикою, викладеною [12]

Прогин вала під дією навантаження:

$$f_{\text{ст}} = \frac{5QL^3}{384EI} = \frac{5 \cdot 345 \cdot 10^3 \cdot 5,235^3}{384 \cdot 5 \cdot 10^{10} \cdot 0,0315} = 4,09 \cdot 10^{-4} \text{ м},$$

Критична частота обертання:

$$n_{\text{кр}} = \frac{30}{\sqrt{f_{\text{ст}}}} = \frac{30}{\sqrt{4,09 \cdot 10^{-6}}} = 1483,4 \text{ хв}^{-1} = 24,72 \text{ с}^{-1},$$

Робоче число обертів:

$$n_p = \frac{V}{\pi \cdot D} = \frac{10}{3,14 \cdot 0,750} = 4,25 \text{ с}^{-1},$$

Умова відсутності явища резонансу :

$$K_0 = \frac{n_p}{n_{\text{кр}}} = \frac{4,25}{27,72} = 0,153.$$

$$n_p < 0,7 * n_{\text{кр}}$$

$$4.25 < 17.3$$

Висновок: робоче число обертання є значно меншим за критичне, що свідчить про відсутність явища резонансу.

#### 4.4.3 Визначення довговічності підшипників

Схема розрахунку підшипників в опорах гранітного валу показано на рисунку 4.12.

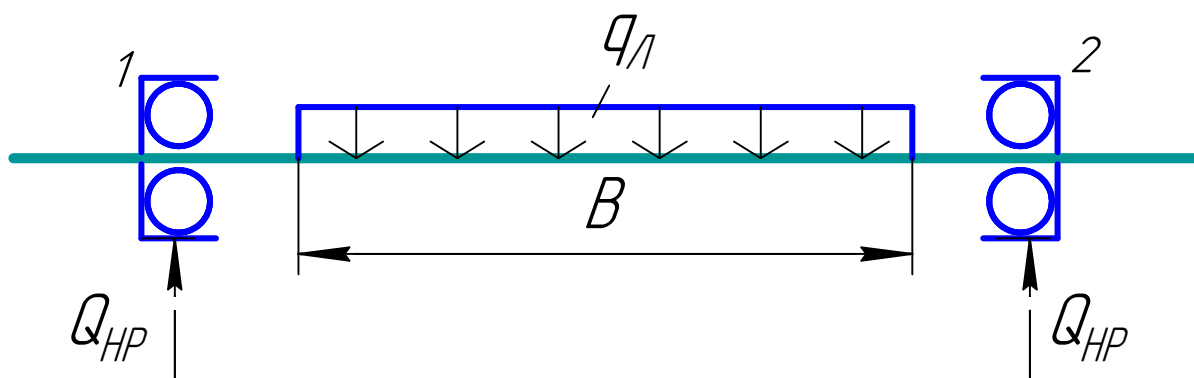


Рисунок 4.12 – Схема розташування підшипників на гранітному валу

Мета: перевіряємо за динамічною вантажопідйомністю ресурс сферичних дворядних роликових підшипників.

Вихідні дані:

Попередньо вибраний підшипник кочення роликовий дворядний сферичний за ГОСТ 5721-75.

Розрахунок проводимо за методикою викладеною у [16]

Навантаження, що діють на підшипники:

від дії лінійного тиску -  $q_l = 75 \text{ кН/м}$

Складаючи вектори сил, отримуємо:

$$Q = q_l \cdot B = 75000 \cdot 4,6 = 345000 \text{ Н} = 345 \text{ кН}.$$

Приведене навантаження на один підшипник:

$$Q_{HP} = \frac{Q}{2} (XK_k + 0,1Y) K_T K_b = \frac{345}{2} (1 \cdot 1 + 0,1 \cdot 2,642) 1 \cdot 1,2 = 262 \text{ кН}.$$

Довговічність підшипника:

$$L^0 = \left( \frac{C}{Q_{\text{пр}}} \right)^{10/3} = \left( \frac{2116800}{262000} \right)^{10/3} = 1058 \text{ млн.оборотів,}$$

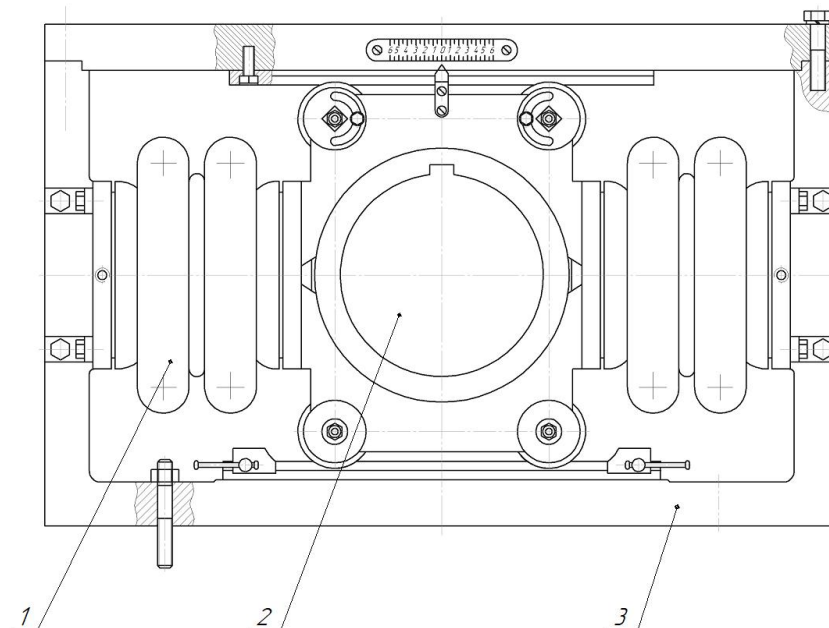
Довговічність:

$$L_n = \frac{L^0 10^6}{60 n_p} = \frac{1058 \cdot 10^6}{60 \cdot 170} = 103725 \text{ год.}$$

Висновок: отже, при даних параметрах під опору обираємо два однакових підшипників кочення роликових дворядних сферичних середньої серії 3622028 за ГОСТ 5721-75.

#### 4.5 Розрахунок механізму сукноправки

Схема механізму сукноправки представлена на рисунку 4.13.



1 – мембрана; 2 – каретка; 3 – корпус.

Рисунок 4.13 – Схема механізму сукноправки

Метою даного розрахунку є визначення тиску, який потрібно створити в пневмобалоні.

Вихідні дані:

Лінійний натяг сукна  $S_{\text{л}}$ , Н/м

4000

					ЛН82мп.705503.001 ПЗ	Арк.
Зм.	Арк.	№ докум.	Піпис	Дата		57

Ширина сукна  $B$ , м

4,6

Умови:

- найбільший допустимий тиск в пневмобалоні  $P$ , МПа

0,4

Розрахунок проводимо за методикою наведеною у [12].

Рівнодіюча сила натягу сукна, тобто зусилля, яке потрібно створити на каретці сукноправки:

$$Q_z = 2S_{\pi} B \sin \frac{\alpha}{2} = 2 \cdot 4000 \cdot 4,6 \cdot \sin \frac{15^\circ}{2} = 4800 \text{ Н},$$

Тиск, що потрібно створити в пневмобалоні:

$$P_{\pi} = \frac{2Q_z}{\pi d^2 \eta_{\pi}} = \frac{2 \cdot 4800}{3,14 \cdot 0,15^2 \cdot 0,85} = 159860 \text{ Па} = 0,160 \text{ МПа}.$$

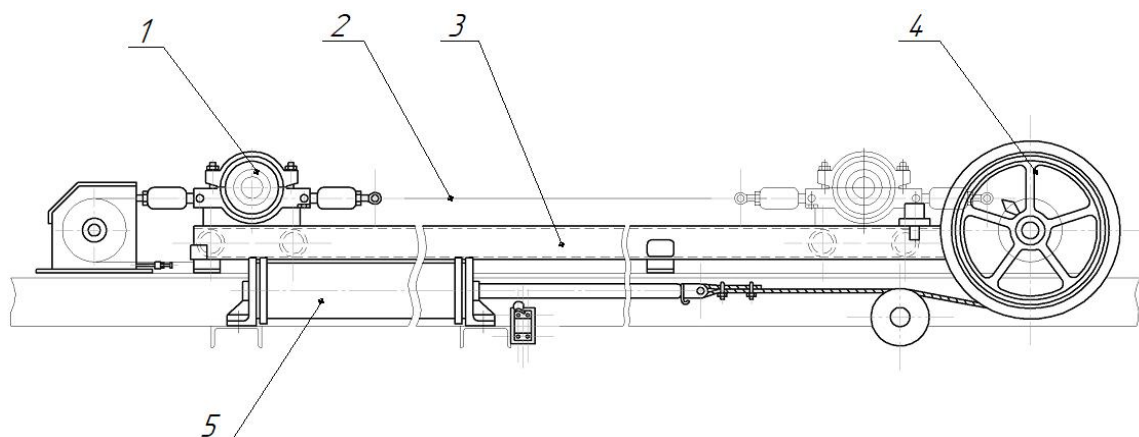
де  $d$  – діаметр пневмобалона, м;

$\eta$  – ККД пневмопристою [14].

Висновок: встановлено, що необхідний тиск в пневмобалоні складає 0,16 МПа.

#### 4.6 Розрахунок тиску повітря в пневмоциліндрі механізму сукнонатяжки

Схема механізму сукнонатяжки приведена на рисунку 4.14.



1 – каретка; 2 – ланцюг; 3 – направляюча; 4 – маховик; 5 – пневмобалон.

Рисунок 4.14 – Схема механізму сукнонатяжки

					ЛН82мп.705503.001 ПЗ	Арк.
						58
Зм.	Арк.	№ докум.	Піпис	Дата		

Мета розрахунку: визначення тиску повітря в пневмоциліндрі необхідного для забезпечення потрібного натягу сукна.

Розрахунок проводимо за методикою наведеною у [12].

Вихідні дані:

Лінійний натяг сукна  $S_{\pi}$ , Н/м 4000

Ширина сукна  $B$ , м 4,6

Умови:

ККД пневмобалона  $\eta$  80%

Рівнодіюча сила натягу сукна, тобто зусилля, яке потрібно створити на цепу:

$$Q_z = 2S_{\pi}B\sin\frac{\alpha}{2} = 2 \cdot 4000 \cdot 4,6 \cdot \sin\frac{50^0}{2} = 15550 \text{ Н},$$

Визначаємо крутний момент на зірочці:

$$M_3 = Q_z \frac{D_3}{2} = 15550 \cdot \frac{0,34}{2} = 2643,5 \text{ Нм}$$

де  $D_3$  – діаметр зірочки, м.

Крутний момент на барабані:

$$M_6 = P \frac{D_6}{2} \eta$$

Визначаємо зусилля, що створюється поршнем  $P$  із рівності крутних моментів на зірочці і барабані:

$$M_3 = M_6$$

$$P = \frac{2M}{D_6\eta} = \frac{2 \cdot 2643,5}{0,72 \cdot 0,8} = 9178,8 \text{ Н},$$

де  $\eta$  – ККД пневмобалона.

Тиск, що потрібно створити в циліндрі:

$$P_{\pi} = \frac{2P}{\pi d^2 \eta_{\pi}} = \frac{2 \cdot 9178,8}{3,14 \cdot 0,1^2 \cdot 0,85} = 687808,2 \text{ Па} = 0,69 \text{ МПа}.$$

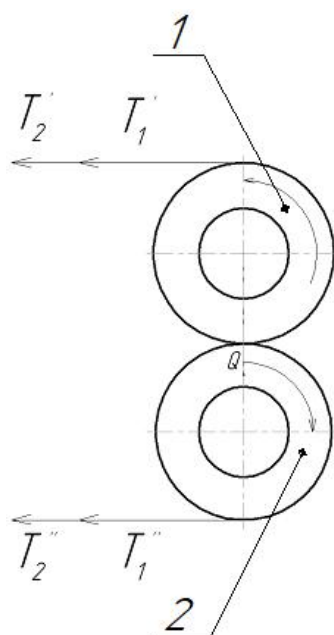
де  $d$  – діаметр поршня;

$\eta$  – ККД пневмоциліндру.

Висновок: для забезпечення необхідного натягу сукна в пневмоциліндрі потрібно забезпечити тиск, що дорівнюватиме 0,69 МПа.

#### 4.7 Розрахунок потужності привода

Схему тягових зусиль представлено на рисунку 4.15.



1 – верхній вал; 2 – нижній вал.

Рисунок 4.15 – Схема тягових зусиль

Мета : визначення потужності привода другого преса.

Вхідні дані:

Робоча швидкість машини $V$ , м/хв	600
Навантаження на верхній вал $Q$ , Н	345000
Навантаження на нижній вал $Q$ , Н	418500
Діаметр верхнього вала $D_v$ , м	0,75
Діаметр нижнього вала $D_{\text{н}}$ , м	0,765
Діаметр цапфи $d_{\text{ц}}$ , м	0,17



Коефіцієнт тертя в підшипниках, $f$	0,05
Коефіцієнт тертя шабера по валу, $f_{\text{ш}}$	0,25

Методика розрахунку наведена в [16].

Розрахунок потужності привода преса виконується методом тягового зусилля:

$$N = \frac{\Sigma TVK_v K_m}{60 \cdot 1000}, \quad (4.1)$$

де  $\Sigma T$  - загальне тягове зусилля, Н;

$V$  – робоча швидкість машини, м/хв;

$K_v$  - коефіцієнт швидкості;

$K_m$  - коефіцієнт перенавантаження.

Знайдемо загальне тягове зусилля

$$\Sigma T = T_1 + T_2 + T_3, \quad (4.2)$$

де  $T_1$  – тягове зусилля на подолання тертя в підшипниках, Н;

$T_2$  – тягове зусилля на подолання тертя кочення вала по валу, Н;

$T_3$  – тягове зусилля для подолання тертя шабера, Н.

Тягове зусилля на подолання тертя в підшипниках:

верхнього вала

$$T'_1 = Qf \frac{d_{\text{ц}}}{D_{\text{в}}} = 345000 \cdot 0,05 \cdot \frac{0,17}{0,75} = 3910 \text{ Н},$$

нижнього вала

$$T'' = Qf \frac{d_{\text{ц}}}{D_{\text{в}}} = 418500 \cdot 0,05 \cdot \frac{0,17}{0,765} = 4650 \text{ Н},$$

де  $Q$  – навантаження на вал, Н ;

$f$  – коефіцієнт тертя в підшипниках;

$d_{\text{ц}}$  – діаметр цапфи, м;

$D_{\text{в}}$  – діаметр вала, м.

Тягове зусилля на подолання тертя кочення вала по валу:

					ЛН82мп.705503.001 ПЗ	Арк.
Зм.	Арк.	№ докум.	Піпис	Дата		61

$$T_2 = 2Qk \left( \frac{1}{D_n} + \frac{1}{D_v} \right) = 2 \cdot 345000 \cdot 0,15 \cdot 10^{-2} \cdot \left( \frac{1}{0,75} + \frac{1}{0,765} \right) = 2733 \text{ Н},$$

де  $k$  – коефіцієнт тертя;

$D_1$  – діаметр верхнього вала, м;

$D_2$  - діаметр нижнього вала, м.

Тягове зусилля на подолання тертя шабера:

$$T_3 = q_{ш} b f_{ш} = 0,3 \cdot 10^3 \cdot 4,8 \cdot 0,25 = 352,5 \text{ Н},$$

де  $q_{ш}$  - лінійний тиск між шабером і валом;

$f_{ш}$  - коефіцієнт тертя шабера по валу;

$b$  – довжина лінії дотику шабера і вала;

$n$  – кількість шаберів.

Сумарне тягове зусилля верхнього вала дорівнює згідно (4.2):

$$\sum T_v = T_1 + T_2 + T_3 = 3910 + 2733 + 352,5 = 6995,5 \text{ Н},$$

Сумарне тягове зусилля нижнього вала дорівнює:

$$\sum T_n = T_1 + T_2 + T_3 = 4650 + 2733 + 352,5 = 7735,5 \text{ Н},$$

Сумарне тягове зусилля обох валів дорівнює:

$$\sum T = T_v + T_n = 6995,5 + 7735,5 = 14731 \text{ Н},$$

Потужність на подолання тягового зусилля згідно (4.1):

$$N_v = \frac{\sum TVK_v K_m}{60 \cdot 1000} = \frac{14731 \cdot 500 \cdot 1,3 \cdot 1,04}{60 \cdot 1000} = 166 \text{ кВт},$$

Загальна потужність електродвигуна:

$$N = \frac{N_v}{\eta} = \frac{166}{0.85} = 195 \text{ кВт}.$$

Висновок: Розрахована потужність приводу відсмоктуючого преса становить 195 кВт.

## 5 Охорона праці та безпека в надзвичайних ситуаціях

Для держави однією із найважливіших задач є охорона життя та здоров'я громадян в процесі їх трудової діяльності. Підґрунтям для цього є такий документ, як Закон України "Про охорону праці".

Відомо, що охорона праці має визначати та аналізувати причини виробничих нещасних випадків, а також професійних захворювань та іншого. Результатом цього є система заходів і потреб для усунення причин, а також забезпечення безпечних умов праці.

Тема магістерської дисертації «Розроблення другого пресу для модернізації картоноробної машини».

Оператор обслуговує дане обладнання. Він виконує свої обов'язки в окремому приміщенні, площа якого становить  $S = 10 \text{ м}^2$ ,  $V = 50 \text{ м}^3$

На робочому оператора шкідливо небезпечні виробничі фактори, що присутні на робочому місці оператора:

- повітря робочої зони;
- небезпека ураження електричним струмом;
- небезпека від рухомих та обертових деталей;
- шум на виробництві і виробнича вібрація;
- виробниче освітлення;
- пожежна небезпека і надзвичайні ситуації.

Проведемо аналіз вище перерахованих шкідливих та небезпечних факторів.

### 5.1.1 Повітря робочої зони

Умови роботи на пресовій частині картоноробної машини відносяться до категорії середньої тяжкості (енерговитрати 40...60 кВт/год). Склад повітря робочої зони залежить від параметрів повітря робочої зони: температури, швидкості руху повітря, відносної вологості, а також кількості

					ЛН82мп.705503.001 ПЗ	Арк.
Зм.	Арк.	№ докум.	Піпис	Дата		63

шкідливих речовин, що виділяються машиною. Необхідні параметри повітря забезпечується системою проточно-витяжною вентиляцією.

Параметри повітря робочої зони наведені в таблиці 5.1

Таблиця 5.1 - Параметри повітря робочої зони

Параметри	Допустимі		Фактичні	
	теплий	холодний	теплий	Холодний
Температура $t^{\circ}\text{C}$	20-24	17-21	21-24	15-18
Відносна вологість $W, \%$	До 75	До 75	40-70	До 75
Швидкість руху повітря $V, \text{м/с}$	0,3	0,2	0,3	0,2

Дуже важко забезпечити теплові умови в холодну пору року. Вирішено використовувати точкові обігрівачі на робочому місці та в окремих місцях.

Особисті заходи безпеки є важливими. Захист від низьких температур досягається носінням теплового одягу, а у випадку опадів – плащів та гумових чобіт.

Оптимальні кліматичні умови робочій зоні виробничої площі отримують за допомогою проточної вентиляції, кондиціонування повітря та опалення приміщень з центральним опаленням відповідно до ДСН 3.3.6.042-99.

Також за допомогою вентиляції видаляється більша частина картонного пилу.

### 5.1.2 Електробезпека

Приміщення, в якому розміщена пресова частина КРМ, має згідно ПУЕ II клас.

В цеху в якому розміщена пресова частина картоноробної машини і для самої роботи машини використовуємо напругу  $U = 220/380$  В, з частотою  $f = 50$  Гц. Для запобігання ураження електричним струмом зроблено наступне:

- встановлена посилина ізоляція на елементи конструкції, що проводять електричний струм ( $R_{iy} \geq 0,5$  мОм, що має опір ізоляції);
- метод укладання кабелів – «в рукаві»;
- сітчасті огорожі розміщуються на недосяжній висоті (3 метра) для струмоведучих елементів. Їх розміри чарунок  $0,015 \times 0,015$  м;
- на огорожі струмоведучих частин присутнє електричне блокування;
- електроустановки мають ряд позначок: попереджувальні сигнали та знаки; знаки високої напруги; написи та таблички; відповідне розташування і колір неізольованих струмоведучих частин і ізоляції; органи управління пофарбовані в інший колір;
- для обслуговуючого персоналу видано засоби захисту (діелектричні ковбики, рукавички, індикатори струму та напруги);
- під час аварійного режиму застосовується захисне заземлення.

Ці заходи проведені згідно ГОСТ 12.1.030 – 86.

Проводиться періодичний контроль ізоляції.

Виконано маркування частин електрообладнання для орієнтування працівників під час виконання робіт. Встановлена світлова сигналізація, яка вказує на увімкнений чи вимкнений стан електроустановок за допомогою сигнальних ламп.

					ЛН82мп.705503.001 ПЗ	Арк.
Зм.	Арк.	№ докум.	Піпис	Дата		65

#### 5.1.4 Виробничий шум і виробнича вібрація

Цех з пресовою частиною виконаний закритого типу, а сама конструкція пресової частини спричиняє постійний шум.

Шум в приміщенні  $\Sigma 98$ дБА, що перевищує норми.

Для запобігання перевищення шуму над пресовою частиною розміщується звуковідбиваючі екрани.

Для зменшення рівня шуму від обертових елементів необхідно:

- виконати балансування валів;
- слідкувати за рівнем мастила в підшипникових вузлах.

Це дало змогу зменшити рівень шуму до рівня 55-60 дБа.

Для зниження виробничого шуму на пресовій частині передбачені наступні заходи:

а) вихлопні патрубки вакуум-насосів знаходяться в залізобетонному герметизованому каналі;

б) найбільш інтенсивні джерела шуму : вакуум-насоси, вентилятори встановлені на нульовій відмітці в приміщенні, що ізолюовани, під машинним залом. Його стіни і перекриття мають звукоізолююче облицювання, коефіцієнт звукопоглинання якого становить 0,7.

Звукоізолююча здатність дверного полотна приміщення дорівнює 30 дБа.

Вихлопні патрубки насосів з'єднані з герметичним каналом, який забезпечує ізоляцію шуму вихлопа.

Перераховані заходи забезпечують зниження рівня шуму обладнання на робочих місцях до величини 65 дБа.

При необхідності проведення ремонту під час праці вище перерахованого обладнання ремонтному персоналу рекомендується користуватися шумоізоляційними навушниками або бірушами.

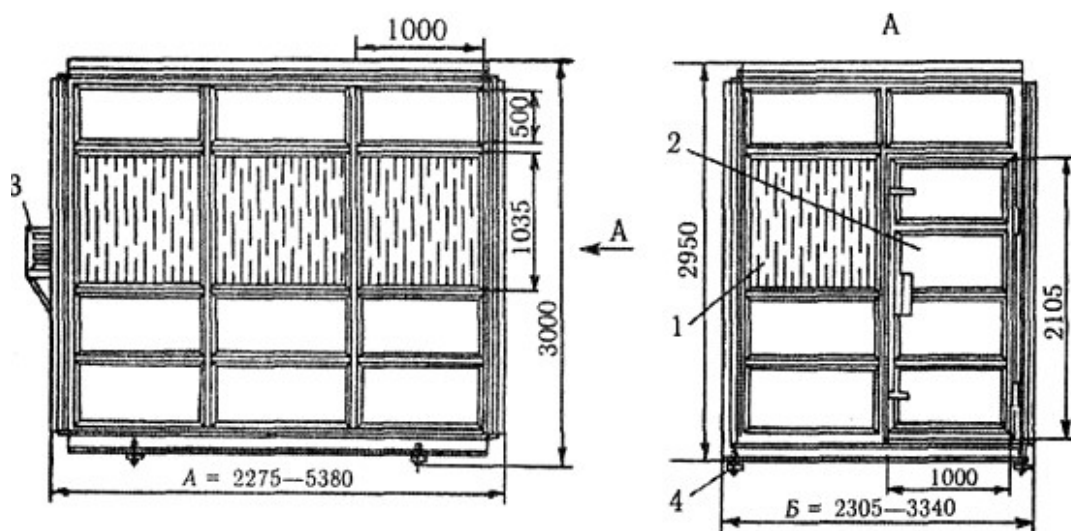
З метою індивідуального захисту персоналу видаються:

					ЛН82мп.705503.001 ПЗ	Арк.
Зм.	Арк.	№ докум.	Піпис	Дата		66

- протишумові навушники ПШН-Б ГОСТ 12.4.051.87, що знижують рівень шуму до 22...28 дБА,;

- протишумові вкладиші „Беруші СТ-1” ТУУ 25513947.002-99, що знижують рівень шуму до 16...20 дБА.

- влаштування кабіни спостереження та дистанційного контролю. Звукоізолююча їх реалізація дає можливість досягти безпечний рівень шуму. На рисунку 3.3 представлено кабінку для спостереження та дистанційного управління пресовою частиною картоноробної машини. Така кабіна відноситься до третього класу за акустичною ефективністю та дозволяє знизити рівень шуму до 80 дБА.



1 – вікно; 2 – двері; 3 – кондиціонер; 4 – опора віброізолююча

Рисунок 5.1 – Кабіна спостереження та дистанційного управління

Основними джерелами вібрації в приміщенні є обертові елементи пресової частини КРМ є головними елементами, які створюють вібрації. До таких деталей відносяться пресові вали, сіткоповоротни, сіткоповоротний, шабер, вентилятори, електродвигун, насосне обладнання. У цих частинах є невідновжені сили, які передаються в будівельні конструкції і викликають їх вібрацію.

Вібрації в будинках викликають шум у сусідніх приміщеннях. Тому розміщення технічного обладнання в приміщеннях вимагає заходів щодо зниження вібрації будівельних конструкцій до рівня, що забезпечує прийнятний рівень шуму в приміщеннях.

Найбільш ефективним і технічно здійсненним методом зменшення вібрації в будинках є зменшення неврівноважених сил, тобто динамічних навантажень, викликаних пресою частиною.

Для запобігання цьому було виконано наступну роботу:

- ретельне динамічне врівноваження обертових частин агрегатів;
- Вирівнювання муфтових з'єднань до двигуна;
- видалення перекосів та великих зазорів у підшипниках;
- Надійне кріплення знімних компонентів (несучих втулок, фланців труб).

Завдяки вище наведених заходів рівень вібрації можна знизити до рівня, що відповідає вимогам ДСН 3.3.6.039-99.

### 5.1.3 Пожежна безпека

На виробництві основним матеріалом є картоне полотно, температура займання якого дорівнює 200-300 °С.

У відповідності до ОНТП 24-86, з врахуванням характеристик речовин з погляду пожежної небезпеки категорія приміщення В ОНТП 24-86-В, клас захисту П-Па (ПУЕ).

У разі пожежі вентиляцію необхідно вимкнути, а швидкість роботи машини зменшити до мінімуму. Зупинити машину по особливому розпорядженню. Навіть у випадку первинної пожежної небезпеки вживались пріоритетні заходи пожежогасіння. Первинні вогнегасники призначені для ліквідації невеликих пожеж та гасіння

					ЛН82мп.705503.001 ПЗ	Арк.
Зм.	Арк.	№ докум.	Піпис	Дата		68



пожеж на ранніх стадіях їх розвитку персоналом заводу до прибуття пожежної команди.

До первинних вогнегасників відносяться: вогнегасники, пожежний інвентар (бочки з водою, протипожежні відра, ємності з піском, протипожежні покривала) та пожежні інструменти.

У приміщенні встановлено 2 гідранти SAM-6. Теплові сигнали - 72 ° С, які спрацьовують при підвищені температури до критичної.

Вогнегасники ОУ-3 та пожежний інвентар мають червоний колір, а бочки з водою та ємності з піском підписані білою фарбою. Пожежний інструмент пофарбований у чорний колір.

У виробничих приміщеннях встановлені резервуари для води для пожежогасіння. Такі барабани оснащені відром ємністю не менше 8 літрів.

Ящики для піску мають об'єм 3,0 м<sup>3</sup> і обладнані лопатами.

Розмір пожежної ковдри з негорючого теплоізоляційного матеріалу становить 2х2 м.

З метою вдосконалення заходів щодо евакуації у разі пожежі у спеціально відведених місцях існують механізми евакуації. Протипожежна безпека пресової частини КРМ відповідає вимогам СНиП 2.01.02-85.

#### 5.1.4 Надзвичайні ситуації

В надзвичайних ситуаціях ступінь руйнування будівлі, споруди чи обладнання залежить від її міцності та величини надлишкового тиску ударної хвилі. Рівень надлишкового тиску, у свою чергу, залежить від типу та кількості вибухівки та відстані від центру вибуху до об'єкта.

Під час вибуху газової суміші вуглеводневих продуктів величина надлишкового тиску залежить від фізичного діапазону вибуху, на який потрапить об'єкт. Існує 3 таких зони (рис. 5.4):

					ЛН82мп.705503.001 ПЗ	Арк.
						69
Зм.	Арк.	№ докум.	Піпис	Дата		

Зона 1 – детонаційної хвилі.

Зона 2 –дії продуктів вибуху.

Зона 3 – дії ударної хвилі.

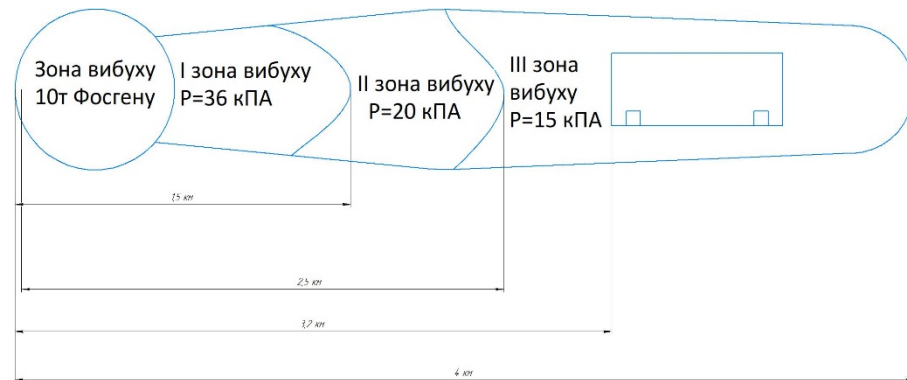


Рисунок 5.2 – Ураження вибухом

Ударна хвиля вибуху вражає людей шляхом прямої та непрямої дії. Пряме потрапляння безпосередньо викликається надмірним тиском ультрафіолетового випромінювання і може призвести до травм.

Якщо наступна кімната обладнана захистом від вибуху (30 тонн зрідженого фосгену). Орієнтовна відстань до центру детонації - 3200 м.

$$\Delta P_{\phi} = \frac{262}{\sqrt{1 + 7.66 \cdot 10^{-5} \cdot \frac{L^3}{Q} - 1}} = \frac{262}{\sqrt{1 + 7.66 \cdot 10^{-5} \cdot \frac{3200^3}{300} - 1}} = 6.153 \text{ кПа}$$

де L – відстань до центру вибуху, м

Q – кількість вибухової речовини, т.

Залежно від ступеня травмування людини, від надлишкового тиску  $\Delta P$ . Легка травма - незначні синці, часткове зниження слуху, вивихи кінцівок. Крім того, зруйнована будівля має опосередкований вплив (проявляється ураженням людей через уламки зруйнованих будівель) на людей.

Відповідно до правил пожежної безпеки. Промислові будівлі повинні розробити споруди місткістю понад 10 осіб, а плани евакуації людей у разі пожежі повинні бути опубліковані на відомих місцях. План евакуації показаний на малюнку 5.5.

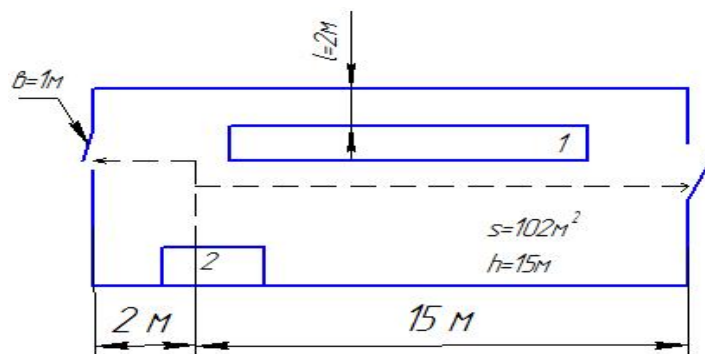


Рисунок 5.5 – План евакуації

Основними вимогами є:

Пожежні гідранти мають бути встановлені на відстані 30 метрів одне від одного та мати рукава довжиною до 10 метрів.

Пожежний вихід має бути не більше ніж за 40 метрів.

Двері еваковиходу мають відкриватися на зовні та їх має бути не менше двох з шириною 2 метри.

Висновок: у пресі картоноробної машини були проаналізовані умови обробки та розроблені заходи щодо електричної безпеки та пожежної безпеки. Шум і вібрація не перевищують 98 дБа. Забезпечена система евакуації з цеху.

## 6 Рекомендації щодо монтажу та експлуатації відсмоктуючого пресу

### 6.1.1 Монтажні роботи

Безвідмовна робота пресової частини КРМ залежить від правильного встановлення, монтажу та взаємного положення деталей та вузлів. Розробляючи експлуатаційну документацію на машину, розробляють конкретну документацію по установці відповідно до галузевого стандарту ГОСТ-26-08-2017-92 [21]. Вимоги до встановлення та використання частково перераховані на і у кресленнях загального вигляду і складальних вузлах. Пристрої повинні бути встановлені відповідно до СНіП 3.05.05-84. Перед встановленням компонентів всі будівельні роботи повинні бути завершені.

Пресова частина КРМ поставляється у заводському розібраному вигляді з окремими деталями та монтажними блоками. Цех для встановлення та роботи пресової частини повинен бути мати мостовий кран з двома вагонами не менше 15 тон. Розпаковку обладнання, що надходить на місце монтажу, виконується згідно технічного порядку складання пресової частини. Перед монтажними роботами обладнання має бути попередньо максимально зібране. Загальний документ, який призначений для масштабного складання та монтажу є монтажно-складальні, монтажно-установочні креслення та технічні вимоги від заводу виробника. В них викладені конструктивні і технологічні особливості пресової частини.

Схема процесу монтажу пресової частини:

- монтаж станин валів;
- монтаж базового валу пресової частини та вивірки відносно грудного вала КРМ та її центральної вісі;
- монтаж інших валів та вивірка їх відносно вивіреного базового вала пресової частини та між собою.

					ЛН82мп.705503.001 ПЗ	Арк.
Зм.	Арк.	№ докум.	Піпис	Дата		72

### 6.1.2 Підготовка до пуску пресової частини КРМ

1. Переконавшись у відсутності сторонніх предметів на сукнах, перехідних містках обслуговування та навколо пресової частини.
2. Пересвідчитись в надійності кріплення валів, валиків, сприсків та огорожі.
3. Розправити зморшки на сукнах та підтягнути їх.
4. Перевірити встановлення автоматичних сукноправок.
5. Установити шабери в робоче положення.
6. Перевірити стан сопел сприсків, при необхідності прочистити їх.
7. Установити сукнопровільні валки в середнє положення.
8. Відрегулювати натяг сукон.
9. Увімкнути створення вакууму на щілинних сукномийках.
10. Перевірити рух валів за тиску в пневмокамерах 0,5 МПа на хід 200 мм.

### 6.1.3 Пуск і робота пресової частини

Перевести пресову частину на повну робочу швидкість, встановити навантаження на задане значення.

Під час роботи слідкувати за:

- станом пресових сукон;
- роботою й чистотою всіх шаберів ;
- чистотою щілин сукномийок ;
- витратою води в спорсках низького тиску.

Також необхідно слідкувати за працездатністю складових елементів пресової частини.

					ЛН82мп.705503.001 ПЗ	Арк.
Зм.	Арк.	№ докум.	Піпис	Дата		73

#### 6.1.4 Зупинка пресової частини

Зупинка пресової частини відбувається в наступній послідовності :

- зменшити робочий тиск на преси;
- відключити створення вакууму на сукномийках;
- відключити преси;
- віджати шабер;
- підняти пресові вали;
- виконати промивку корит, сукноведучих валів, чистку сукномийок, сприсків, шаберів.

#### 6.1.5 Ремонтні роботи

Перевірка пресового вала кожні 3-4 місяці. Одночасно потрібно оглядають підшипники валів, сприсків тощо. При кожній зміні пресових сукон, отвори всмоктувального вала промивають водою під тиском на повільно обертовому валу.

Генеральний ремонт пресової частини:

Огляд та ремонт ручних та автоматичних механізмів правки та натяжки пресових сукон. Заміна лез шаберів пресових валів. Заміна підшипника вала. Довговічність сучасних картонних машин значною мірою залежить від якості їх мастила. Корпуси підшипників повинні бути обладнані лабіринтним ущільнювачем, який запобігає потраплянню води в підшипник і запобігає витіканню мастила.

					ЛН82мп.705503.001 ПЗ	Арк.
Зм.	Арк.	№ докум.	Піпис	Дата		74

## 7 Рівень стандартизації та уніфікації

При конструюванні будь-якого устаткування доцільно максимально використовувати стандартні, нормалізовані й уніфіковані конструктивні елементи, деталі і вузли.

Уніфікація – це раціональне скорочення числа типів, видів, розмірів вузлів і їхніх елементів. З урахуванням класифікації процесів, ряд машин і апаратів уніфіковані, тобто в конструкції передбачена можливість використання їх у різних виробництвах для проведення того самого процесу у визначеному діапазоні параметрів.

Стандартизація устаткування – це зведення численних видів виробів однакового функціонального призначення до обмеженого числа обов'язкових стандартних зразків.

Наявність достатньо високого рівня стандартизації й уніфікації вузлів і деталей апарата значно знижує вартість його виготовлення, зменшує витрати на ремонт, експлуатацію і перехід при необхідності на нові режими роботи.

Виходячи з вищесказаного, частка уніфікованих і стандартних деталей в конструкції складає:

Коефіцієнт стандартизації

$$K_c = \frac{n_c}{N} = \frac{198}{556} = 0,36$$

Коефіцієнт уніфікації

$$K_y = \frac{n_c + n_y}{N} = \frac{198 + 14}{556} = 0,38$$

де  $n_c$  – кількість стандартних деталей та виробів, шт;

$n_y$  – кількість уніфікованих деталей, шт;

$N$  – загальна кількість деталей, шт..

Отже, можна зробити висновок, що розроблюваний пристрій належить до одиничного виробництва із максимально можливим залученням

					ЛН82мп.705503.001 ПЗ	Арк.
Зм.	Арк.	№ докум.	Піпис	Дата		75

стандартних та уніфікованих складальних одиниць, агрегатів і деталей. Це спрощує конструкцію останнього та дає можливість спростити технологічні процеси виготовлення окремих деталей, а отже і знизити його вартість.

					ЛН82мп.705503.001 ПЗ	Арк.
Зм.	Арк.	№ докум.	Піпис	Дата		76



## 8 Розроблення стартап-проекту

### 8.1 Опис ідеї проекту

Хімічне виробництво – одна із найважливіших галузей сучасної промисловості в Україні. Одним з найвідповідальніших напрямків якої є паперова промисловість. Целюлозно–паперове виробництво доволі складний, багатоопераційний процес, який споживає велику кількість різноманітних видів матеріалів, природної сировини та хімічних продуктів. Також воно зв’язано з великими витратами теплової та електричної енергії, свіжої води та інших ресурсів і супроводжується утворенням виробничних відходів та стічних вод.

Таблиця 8.1 Опис ідеї стартап-проекту

Зміст ідеї	Напрями застосування	Вигода для користувача
Збільшити сухість картонного полотна	Замінити існуючий вал на більш продуктивний в картонноробній машині Київського картонно-паперового комбінату	При більш сухому картонному полотні після пресової частини буде значна економія електроенергії на сушильній частині

До переваг існуючої конструкції слід віднести: легкість конструкції.

До недоліків даної конструкції можна віднести: ймовірність розриву паперового полотна. Модернізація полягає в заміні жолобчатого вала на відсмоктуючий.

Заміна старого пресу новим дозволила значно збільшити продуктивність, а також збільшити значення сухості картону після пресової частини за рахунок збільшення рушійної сили завдяки вакууму в відсмоктуючому валу.

Основні техніко–економічні показники базової і вдосконаленої пресової частини, для порівняння, знаходяться в таблиці 8.2.

					ЛН82мп.705503.001 ПЗ	Арк.
Зм.	Арк.	№ докум.	Піпис	Дата		77

**Таблиця 8.2 Визначення сильних, слабких та нейтральних характеристик ідеї проекту**

№ п/п	Техніко-економічні характеристики ідеї	(потенційні) товари/концепції конкурентів		W (слабка сторона)	N (нейтральна сторона)	S (сильна сторона)
		Мій проект (відсмоктуючий прес)	Конкурент (жолобчатий прес)			
1.	Кінцева сухість	31.03, %	29.23, %	-	-	Більша сухість картоного полотна
2.	Річна продуктивність	215167, т/рік	204409, т/рік	-	-	Більша продуктивність
3.	Годинна продуктивність	25,855, т/год	24,562, т/год	-	-	Більша продуктивність
4.	Встановлена потужність	161, кВт	195, кВт	Підвищені витрати енергії	-	-

При незначних додаткових витратах електроенергії отримуємо значний приріст продуктивності, а також більшу сухість картонного полотна.

## 8.2 Технологічний аудит ідеї проекту

Результат проведеного аудиту способу, за допомогою якого можна реалізувати ідею проекту, наведено його у таблиці.

**Таблиця 8.3 Технологічна здійсненність ідеї проекту**

№ п/п	Ідея проекту	Технології реалізації	Наявність технологій	Доступність технологій
	Збільшити сухість картонного полотна (продуктивність)	Заміна пресового вала на більш технологічний	На ринку є більш технологічні пресові вали	Модернізація можливо при наявності розрахунків

Обрана технологія реалізація проекту: провести розрахунки на ймовірність встановлення іншого пресового валу.

За результатами дослідження можна зробити висновок, що можливості технологічної реалізації проекту, та методи реалізації є можливими та ефективними.

### 8.3 Аналіз ринкових можливостей запуску стартап-проекту

Аналіз ринкових можливостей, які можна використовувати під час ринкового впровадження проекту, дозволяє спланувати напрями розвитку проекту із урахуванням стану ринкового середовища, потреб потенційних клієнтів та пропозицій проектів-конкурентів.

Таблиця 8.4 Попередня характеристика потенційного ринку стартап-проекту

№ п/п	Показники стану ринку	Характеристика
1	Кількість головних гравців	5
2	Загальний обсяг продаж, грн/ум.од	Немає даних
3	Динаміка ринку (якісна оцінка)	Зростає
4	Наявність обмежень для входу	Рівномірність товщини картону.
5	Середня норма рентабельності в галузі, %	10
6	Специфічні вимоги до стандартизації та сертифікації	ДСТУ, ГОСТ, ISO

За результатами аналізу таблиці 8.4 можна зробити висновок що є можливість входження на ринок.

Динаміка і основні тенденції інноваційного ринку

За останні роки не було запроваджено подібних проектів і тому конкуренти тільки іменити бренди. Саме тому доцільно запровадити, цю продукцію на великих підприємствах аргументуючи високою продуктивністю.

Поговоримо трохи про ринок нашої продукції та як ми збираємося розповсюджувати нашу продукцію.

В умовах переходу до ринку головним чином виграють ті виробники, продукція яких більше конкурентоздатна. Це висока товарність, низька собівартість і відповідно низька ціна. А як відомо в масовому виробництві чим більше продукції виготовлено за одиницю часу тим краще. Використання нашої продукції збільшить не тільки продуктивність, а ще й якість. Також збільшиться діапазон виготовлення по товщині картону, тобто можливо бути виготовляти більш товстий картон високої якості.

Мій ринок знаходиться на етапі впровадження. Цей етап, як і життєвий цикл товару, розпочинається з виведення товару на ринок. Обсяги збуту зростають повільно, що пояснюється складнощами формування системи збуту і товароруху, певним консерватизмом споживачів, сповільненою їх реакцією на заходи з стимулювання збуту, повільним розгортанням нового виробництва тощо. Прибутку на цьому етапі ще немає, оскільки обсяги продажу незначні, а питомі витрати на просування нового товару на ринок на цьому етапі досягають максимуму. Головної уваги на цьому етапі слід приділяти формуванню системи збуту, інформативній рекламі та іншим складовим комплексу стимулювання, формуванню системи сервісу, пошуку шляхів більш повного і ефективнішого задоволення потреб і запитів споживачів.



					ЛН82мп.705503.001 ПЗ	Арк.
Зм.	Арк.	№ докум.	Піпис	Дата		80

Надалі визначаємо потенційні групи клієнтів, їх характеристики, та формуємо орієнтовний перелік вимог до товару для кожної групи (таблиця 8.5).

Таблиця 8.5 Характеристика потенційних клієнтів стартап-проекту

№ п/п	Потреба, що формує ринок	Цільова аудиторія	Відмінності у поведінці різних потенційних цільових груп клієнтів	Вимоги споживачів до товару
	Упакування товару (картонні коробки), картонні листи,.	Підприємства, яким потребується коробки для пакування, магазини для продажу картону.	Безперервність поставок, оптова ціна , строки поставки	Рівномірна товщина картону

Виділимо фактори загроз (табл.. 8.6) і фактори можливостей (8.7).

Таблиця 8.6. Фактори загроз

№ п/п	Фактор	Зміст загрози	Можлива реакція компанії
1	Політико-правові «Закон України про підприємницьку діяльність»	Може вплинути на працездатність проекту, купівлю/продаж товару, або ресурсу необхідного для товару Недостатня підтримка державою нових підприємств. Дороговартісні ліцензії, заборона на діяльність без ліцензії.	Відповідність вимогам законодавства України та країн з якими ведеться співпраця. Зміна напрямків імпорту/експорту.
2	Зсув стратегічного курсу країни з промислового сектору в агропромисловість	Зменшення кількості клієнтів в Україні.	Шукати клієнтів у агросекторі.
3	Економічний Збільшення ціни на сировину	Загроза зростання ціни на нашу продукцію для наших клієнтів	Створення амортизуючих проектів, що будуть реалізовані на інших ринках
4	Економічний Збільшення податків	Зі збільшенням податків зростатиме ціна на нашу продукцію	Вчасне вивчення усіх законів, та своєчасна сплата податків

Продовження таблиці 8.6

5	Нестабільна конфліктна ситуація в Україні на Сході	Наявність клієнтів та підприємств що працюють у безпосередній близькості до зони конфлікту	Шукати клієнтів за кордоном.
6	Науково-технічні: Зміна технології виготовлення товару	Невідповідність технологій споживчих послуг та науково-технічного розвитку. «Консервативність споживачів до запровадження інновацій».	Постійний пошук та моніторинг актуальних тенденцій в обраній та в суміжних сферах діяльності. Інноваційна діяльність.
7	Соціальнокультурні: «Консервативність споживачів до запровадження інновацій».	Небажання споживачів купувати нове обладнання	Пропонувати споживачам замість купівлі нового обладнання модернізацію їх виробництва за допомогою наших послуг

Таблиця 8.7. Фактори можливостей

№ п/п	Фактор	Зміст можливості	Можлива реакція компанії
1	Науково-технічні: Застаріла конструкція екструзійного обладнання Невідповідність якості продукції наших споживачів вимогам нового часу науковотехнічному розвитку галузі, створення нових апаратів!	Поява нової технології виробництва екструзійного обладнання.	Розробка нового обладнання та конструкцій формуючих інструментів. Впровадження даної технології та декларування власної ціни на дану пропозицію
2	Демографічні	Збільшення населення, покращується попит на продукцію	Збільшення числа потенційних клієнтів в майбутньому.
3	Високий інтелектуальний потенціал компанії	Кваліфіковані, лояльні і добре мотивовані працівники як інструмент для досягнення конкурентних переваг	Оптимізація управління трудовими ресурсами; розробка методів, спрямованих на підвищення продуктивності праці

Надалі проводимо аналіз пропозиції: визначаються загальні риси конкуренції на ринку, отримані дані заносимо до таблиці 8.8.

Таблиця 8.8 Ступеневий аналіз конкуренції на ринку

Особливості конкурентного середовища	В чому проявляється дана характеристика	Вплив на діяльність підприємства
1. Тип конкуренції: Монополістична	Конкуренція йде за об'єм продажу продукції	Стабільні оптові поставки
2. Рівень конкурентної боротьби: Національна	Компанії інших країн не інвестують в нашу країну	Тримання позиції на національному рівні
3. За галузевою ознакою: Міжгалузева	Продукція конкурентів відрізняється змінами в товарі	Створення удосконаленого пресового обладнання, яке спрямоване на збільшення продуктивності.
4. Конкуренція за видами товарів: товарно-видова	Клієнт вказує необхідні йому зміни в виробництві	Науковий розвиток з умовою підтримання бажань клієнту
3. За галузевою ознакою: Міжгалузева	Продукція конкурентів відрізняється змінами в товарі	Створення удосконаленого пресового обладнання, яке спрямоване на збільшення продуктивності.
4. Конкуренція за видами товарів: товарно-видова	Клієнт вказує необхідні йому зміни в виробництві	Науковий розвиток з умовою підтримання бажань клієнту
5. За характером конкурентних переваг: цінова	За рахунок покращення з точки зору клієнта співвідношення ціна/якість підвищується конкурентоспроможність товару	Постійне спостереження та оцінка цінової політики на ринку. Регулювання ціни в комплексі з якістю товару. Просування товару методами, що використовують фактичні розрахунки переваг товару (у чисельному вигляді)
6. За інтенсивністю: марочна	Ім'я бренду, впізнавана якість	Активна соціальна сторона питання. Реклама в інтернеті. Збільшення кількості ділових контактів.

Після аналізу конкуренції проводиться більш детальний аналіз умов конкуренції в галузі (таблиця 8.9).

Таблиця 8.9. Аналіз конкуренції в галузі за М. Портером

Складові аналізу	Прямі конкуренти в галузі	Потенційні конкуренти	Постачальники	Клієнти	Товари-замінники
	ЦПП-Сервіс ЗАО «Лад-М»	Основні бар'єри входження на ринок: ефект масштабу великих компаній, недостатність інвестицій, обмежена можливість науково-дослідницьких та досвідно-конструкторських робіт	Існує загроза інтегрування постачальників в бізнес (відома подібна практика закордоном)	Цінова чутливість покупців. Прихильність до відомих брендів. Негативне ставлення до інновацій	Інші фірми виробляють схожу продукцію. Але на даний момент аналогів по показникам продуктивності немає
Висновки:	Основна перевага – досвід, відоме ім'я. Але, за рахунок інновацій, тісного контакту з клієнтом можна заробити імідж та отримати клієнтів.	Можливість входу на ринок існує. Потенційними конкурентами можуть стати схожі підприємства-новатори.	Постачальники загалом не диктують умови. На даний момент існує велика низка можливих постачальників. Наш продукт є доволі адаптовним для видозмінених компонентів.	Диктують умови на ринку: якщо співвідношення ціна/якість буде не співмірним, можуть відмовитися від продукту, оскільки є з чого вибрати.	Мінімальне обмеження через товари-замінники.



На основі аналізу конкуренції, проведеного в (таблиця 8.9), а також із урахуванням характеристик ідеї проекту (таблиця 8.1), вимог споживачів до товару (таблиця 8.5) та факторів маркетингового середовища (таблиця № 8.6-8.7) визначається та обґрунтовується перелік факторів конкурентоспроможності. Аналіз оформлюється за таблиця. 8.10

Таблиця 8.10. Обґрунтування факторів конкурентоспроможності

п/п	Фактор конкурентоспроможності	Обґрунтування (наведення чинників, що роблять фактор для порівняння конкурентних проектів значущим)
1.	Ціна	Зменшення затрат клієнту на придбання товару
2.	Стабільність виробництва	Уникнення несправностей під час використання продукту
3.	Наукова робота	Втілення нових технологій в виробництво

За визначеними факторами конкурентоспроможності (таблиця 8.10) проводиться аналіз сильних та слабких сторін стартап-проекту (таблиця 8.11).

Таблиця 8.11. Порівняльний аналіз сильних та слабких сторін систем ідентифікації з градієнтним алгоритмом

№ п/п	Фактор конкурентоспроможності	Бали 1-20	Рейтинг товарів-конкурентів у порівнянні з PlusTerm						
			-3	2	1	0	1	2	3
1.	Ціна	12					**	*	***
2.	Стабільність виробництва	9		**	***	*			
3.	Наукова робота	3				***	**	*	

\* “КАРТОННО-ПАПЕРОВА КОМПАНІЯ”, ПАТ

\*\* ПрАТ "РКТК"

\*\*\* ПрАТ “Київський картонно-паперовий комбінат”

Сильні сторони проекту: інноваційність технології екструзійного обладнання; можливість виходу на закордонний ринок, асортимент продукції.

Слабкі сторони проекту: енергозатрати.

					ЛН82мп.705503.001 ПЗ	Арк.
						85
Зм.	Арк.	№ докум.	Піпис	Дата		

Складаємо SWOT-аналіз (матриці аналізу сильних (Strength), слабких (Weak) сторін, загроз (Troubles) та можливостей (Opportunities) на основі виділених ринкових загроз та можливостей, та сильних і слабких сторін (таблиця 8.10), та вносимо результати до таблиці 8.12.

Таблиця 8.12 – формулювання управлінської проблеми SWOT- аналіз.

Сильні сторони	Слабкі сторони
<ul style="list-style-type: none"> <li>- доступна вартість впровадження проекту;</li> <li>- адаптованість послуг на суміжні ринки;</li> <li>- швидкий вихід товарів на ринок</li> <li>- підвищення продуктивності за рахунок наукових розробок;</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- програш іноземним компаніям;</li> <li>- Висока вартість впровадження проекту.</li> <li>- Відсутність постачальників</li> </ul>
Можливості	Загрози
<ul style="list-style-type: none"> <li>- відкритий закордонний ринок;</li> <li>- Кваліфіковані, лояльні і добре мотивовані працівники як інструмент для досягнення конкурентних переваг</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- нестабільна ситуація в країні, збільшення податків</li> <li>- швидкий розвиток технологій;</li> <li>- швидке втрачання новизни товаром</li> <li>- зменшення постачальників за умови кризи;</li> </ul>

З таблиці 8.12 робимо висновок, що сильною стороною є швидкий розвиток та вихід на інші потенційні ринки, але є загроза з боку іноземних компаній та нестабільної ситуації в країні.

Визначені альтернативи аналізуються з точки зору строків та ймовірності отримання ресурсів (таблиця 8.13)

Таблиця 8.19 – Альтернативи ринкового впровадження стартап-проекту

№ п/п	Альтернатива (орієнтовний комплекс заходів) ринкової поведінки	Ймовірність отримання ресурсів	Строки реалізації
1	Загарбник	Значні	Максимум 6 місяців
2	Наступник	Суттєві	Максимум рік

Після аналізу обираємо альтернативу загарбник. Тобто ми починаємо вести активну діяльність відразу на декількох ринках промисловості з подальшою метою виходу на міжнародний ринок.

## 8.4 Розроблення ринкової стратегії стартап-проекту

Розроблення ринкової стратегії першим кроком передбачає визначення стратегії охоплення ринку: опис цільових груп потенційних споживачів (табл. 8.10).

Таблиця 8.10. Вибір цільових груп потенційних споживачів

№ п/п	Опис профілю цільової групи потенційних клієнтів	Готовність споживачів сприйняти продукт	Орієнтовний попит в межах цільової групи (сегменту)	Інтенсивність конкуренції в сегменті	Простота входу в сегмент
1.	Державні картонні виробництва	82%	87%	Достатня конкуренція, оскільки більшість конкурентів працюють на державному рівні	Висока
2.	Магазини	20%	35%	Достатня конкуренція, оскільки більшість конкурентів працюють на державному рівні	Середня

Вибрано стратегію концентрованого маркетингу для охоплення ринку.

Для роботи в обраних сегментах ринку необхідно сформувати базову стратегію розвитку (табл. 8.11).

Таблиця 8.11. Визначення базової стратегії розвитку

№ п/ п	Обрана альтернатива розвитку проекту	Стратегія охоплення ринку	Ключові конкурентоспроможні позиції відповідно до обраної альтернативи	Базова стратегія розвитку
1.	Загарбник	Концентрова ний маркетинг	Ідеальне для клієнта співвідношення ціна/якість	Стратегія спеціалізації

Наступним кроком є вибір стратегії конкурентної поведінки (таблиця 8.12).

Таблиця 8.12. Визначення базової стратегії конкурентної поведінки

№ п/п	Чи є «першопрохідцем»?	Чи буде компанія шукати нових спо- живачів, або забирати існуючих у конкурентів?	Чи буде компанія копіювати основні характеристики товару конкурента, і які?	Стратегія конку-рентної поведінки
1.	Ні	Пошук нових клієнтів	Копіювання послуг на ринку, а саме аудит підприємства	Стратегія наслідування лідера

На основі вимог споживачів з обраних сегментів до постачальника (стартап-компанії) та до продукту (див. таблиця 8.5), а також в залежності від обраної базової стратегії розвитку (таблиця 8.11) та стратегії конкурентної поведінки (таблиця 8.12) розробляється стратегія позиціонування (таблиця 8.13). що полягає у формуванні ринкової позиції (комплексу асоціацій), за яким споживачі мають ідентифікувати торгівельний проект.

Таблиця 8.13 – Визначення стратегії позиціонування

№ п/п	Вимоги до товару цільової аудиторії	Базова стратегія розвитку	Ключові конкуренто- спроможні позиції власного стартап-проекту	Вибір асоціацій, які мають  Сформувати комплексну позицію власного проекту (три ключових)
1.	1.Аргументована ціна.  2.Супроводження товару  3. Необхідна якість	Стратегія диференціації	1. Продукція вищої якості за конкурентну  2. Можливість економити на ресурсах  3. Програми лояльності за тривалі контракти  4. Супровід товару	1. Висока якість та надійність.  2. Тривалі контракти.  3. Програми лояльності.

### 8.5 Розроблення маркетингової програми стартап-проекту

Першим кроком є формування маркетингової концепції товару, який отримає споживач. Для цього у таблиці 8.14 потрібно підсумувати результати попереднього аналізу конкурентоспроможності товару.

Таблиця 8.14 – Визначення ключових переваг концепції потенційного товару

№ п/п	Потреба	Вигода, яку пропонує послуга	Ключові переваги перед конкурентами (існуючі або такі, що потрібно створити)
1.	Задоволення потреби у економії на висококваліфікованих фахівцях, що спроможні виконувати інженерні послуги та розробляти інноваційні інженерні проекти	Відповідність міжнародним стандартам та ціна	Гарантія якості( виконання заданих умов), доступна ціна, надійність

Надалі розробляється трирівнева маркетингова модель товару: уточнюється ідея послуги, його фізичні складові, особливості процесу його

надання (таблиця 8.15). Орієнтовний перелік можливих характеристик товару наведено у методиці [26].

Таблиця 8.15 – Опис трьох рівнів моделі товару

Рівні товару	Сутність та складові		
I. Послуга за задумом	Покращення якості готового продукту; зменшення матеріальних витрат та людських ресурсів на виробництво. Вирішення проблем пов'язаних з виробництвом (випуск бракованої продукції, низька надійність обладнання тощо).		
II. Послуга у реальному виконанні	Властивості/характеристики	М/Нм	Вр/Тх /Тл/Е/Ор
	1. Економічності: зниження затрат на ремонт обладнання; 2. Призначення: упакування та продаж; 3. Технологічні: оптимізації витрат праці, коштів. 4. Безпека: відповідність нормативам; 5. Екологічність: відповідність нормативам.	-/+	+ /+ /+ /+ /+
	Якість: нормативи, міжнародні та вітчизняні стандарти ДСТУ, ISO, DIN та інші.		
	Розміщення логотипа підприємства на документації		
	Марка: Київський картонний комбінат		
III. Послуга із підкріпленням	До продажу: представлення клієнту проекту		
	Після продажу: гарантійні консультації, обслуговування		
За рахунок чого потенційний товар буде захищено від копіювання: Використанням власних запатентованих розробок.			

Захист буде організовано за рахунок вчасно запатентованої ідеї товару у патентному відомстві.

Наступним кроком є визначення цінових меж, якими необхідно керуватись при встановленні ціни на потенційний товар (остаточне визначення ціни відбувається під час фінансово-економічного аналізу проекту), яке передбачає аналіз ціни на товари-аналоги або товари субститути,

а також аналіз рівня доходів цільової групи споживачів (табл. 8.16). Аналіз проводиться експертним методом.

Таблиця 8.16 – Визначення меж встановлення цін

№ п/п	Рівень цін на товари – замінники	Рівень цін на товари – аналоги	Рівень доходів цільової групи споживачів	Верхня та нижня межі встановлення ціни на товар/послугу
1.	Домовленість	200000-2 млн.грн – ціни дуже високі	Підприємства великі та середні	Верхня: 850000 грн Нижня: 70000 грн

Наступним кроком є визначення оптимальної системи збуту, в межах якого приймається рішення (таблиця 8.17).

Таблиця 8.17 – Формування системи збуту

№ п/п	Специфіка закупівельної поведінки цільових клієнтів	Функції збуту, які має виконувати постачальник товару	Глибина каналу збуту	Оптимальна система збуту
1.	Вивчення проблеми споживача та запропонування її вирішення	Гарантія якості, швидкість виконання, надійність, доставка	Канал нульового рівня (прямий маркетинг)	Власна система збуту без посередників

При визначенні оптимальної системи збуту було вирішено, що ми будемо проводити збут через соціальну активність.

Останньою складовою маркетингової програми є розроблення концепції маркетингових комунікацій, що спирається на попередньо обрану основу для позиціонування, визначену специфіку поведінки клієнтів (таблиця 8.18).

Таблиця 8.18 - Концепція маркетингових комунікацій

№ п/п	Специфіка поведінки цільових клієнтів	Канали комунікації, якими користуються цільові клієнти	Ключові позиції, обрані для позиціонування	Завдання рекламного повідомлення	Концепція рекламного звернення
1.	Доступне пояснення ефективності і інновацій	Інтернет, виставки	Продаж якісного товару; Чим довше партнерство, тим лояльніші ціни;	Демонстрація переваг продукції та послуг залежно від напряму зацікавленості	Офіційний стиль. Презентація

Результатом пункту 8.5 створено ринкову програму, що включає в себе концепції товару, збуту, просування та попередній аналіз можливостей ціноутворення, спирається на цінності та потреби потенційних клієнтів, конкурентні переваги ідеї, стан та динаміку ринкового середовища, в межах якого буде впроваджено проект, та відповідну обрану альтернативу ринкової поведінки.

## 8.6 Висновки до розділу

Відповідно до проведеного аналізу даний проект з надання інженерних послуг є актуальним, так як на ринку достатньо не багато конкурентів. Маючи перспективи росту на ринку послуг даний стартап є ефективним в нашій країні.

На даний проект є запатентоване дослідження, а також проведено всі перевірки ефективності.

					ЛН82мп.705503.001 ПЗ	Арк.
						92
Зм.	Арк.	№ докум.	Піпис	Дата		



## Висновки

В даній магістерській дисертації освітньо – кваліфікаційного рівня "магістр" розроблена модернізована конструкція другого преса картоноробної машини, що дозволяє збільшити інтенсивність зневоднення картонного полотна та зменшити кількість обривів.

Суть модернізації полягає в заміні нижнього жолобчастого валу другого преса КРМ на відсмоктуючий вал, який має більшу продуктивність по відпресованій волозі. Це надасть змогу підвищити продуктивність КРМ завдяки збільшенню її швидкості та/або маси квадратного метра картону.

На розроблену конструкцію пресової частини отримано деклараційний патент України на корисну модель.

Описано конструкцію другого преса КРМ та принцип його дії.

Наведено основні вимоги з охорони праці.

Виконано параметричний розрахунок преса, в якому визначено необхідне зусилля притискання для забезпечення заданої сухості картонного полотна. Також зроблено розрахунки на міцність і жорсткість верхнього і нижнього пресових валів, а також привідної цапфи. Встановлено, що пресові вали витримують навантаження і відповідають умовам міцності та жорсткості.

Обрано підшипники для пресових валів та розрахована потужність приводу преса, яка становить 195 кВт.

Надано рекомендації щодо монтажу і експлуатації відсмоктуючого преса. А в розробленому стартап-проекті економічно обґрунтовано актуальність його модернізації.

Також описано технологічний процес виготовлення кришки підшипникового вузла верхнього пресового вала та схему автоматизацію процесів натягу пресового сукна та притискання верхнього вала до нижнього.

					ЛН82мп.705503.001 ПЗ	Арк.
Зм.	Арк.	№ докум.	Піпис	Дата		93

Графічна частина складається з 11 А1, а саме: прес загальний вид – А1, відсмоктуючий вал – А0, гранітний вал – А0, механізм притискання – А3х3, привід – А1, кришка – А2, трьохкулачковий патрон важільно-клиновий – А1, схема автоматизації – А1, плакат – А1х3.

Основні результати роботи доповідались на трьох міжнародних конференціях. Також по темі дисертації опубліковано статтю в науковому журналі.

					ЛН82мп.705503.001 ПЗ	Арк.
Зм.	Арк.	№ докум.	Піпис	Дата		94

## Выводы

В данной магистерской диссертации образовательно - квалификационного уровня "магистр" разработана модернизированная конструкция второго пресса картоноделательной машины, что позволяет увеличить интенсивность обезвоживания картонного полотна и уменьшить количество обрывов.

Суть модернизации заключается в замене нижнего желобчатого вала второго пресса КДМ на отсасывающий вал, который имеет большую производительность по Отпрессованные влаги. Это позволит повысить производительность КДМ благодаря увеличению ее скорости и / или массы квадратного метра картона.

На разработанную конструкцию прессовой части получено декларационный патент Украины на полезную модель.

Описаны конструкции второго пресса КРМ и принцип его действия.

Приведены основные требования по охране труда.

Выполнено параметрический расчет пресса, в котором определены необходимое усилие прижима для обеспечения заданной сухости картонного полотна. Также произведены расчеты на прочность и жесткость верхнего и нижнего прессовых валов, а также приводной цапфы. Установлено, что прессовые валы выдерживают нагрузки и соответствуют условиям прочности и жесткости.

Выбраны подшипники для прессовых валов и рассчитана мощность привода пресса, составляет 195 кВт.

Даны рекомендации по монтажу и эксплуатации отсасывающего пресса. А в разработанном стартап-проекте экономически обоснована актуальность его модернизации.

Также описано технологический процесс изготовления крышки подшипникового узла верхнего прессового вала и схему автоматизации

					ЛН82мп.705503.001 ПЗ	Арк.
Зм.	Арк.	№ докум.	Піпис	Дата		95

процессов натяжения прессового сукна и прижимания верхнего вала к нижнему.

Графическая часть состоит из 11 А1, а именно: пресс общий вид - А1, отсасывающих вал - А0, гранитный вал - А0, механизм прижима - А3х3, привод - А1, крышка - А2, трехкулачковый патрон рычажно-клиновой - А1, схема автоматизации - А1, плакат - А1х3.

Основные результаты работы докладывались на трех международных конференциях. Также по теме диссертации опубликована статья в научном журнале.

					ЛН82мп.705503.001 ПЗ	Арк.
						96
Зм.	Арк.	№ докум.	Піпис	Дата		

## Conclusion

In this Master's Thesis of the educational and qualification level "Master" the modernized design of the second press of the cardboard machine was developed, which allows to increase the intensity of dehydration of the cardboard web and to reduce the number of breaks.

The aim the modernization is to replace the lower groove shaft of the second press of the steering wheel with a suction shaft, which has a greater productivity in the pressed moisture. This will enhance the performance of the CRM by increasing its speed and / or mass per square meter of cardboard.

The developed design of the press part received the patent of Ukraine for utility model.

The design of the second control wheel press and the principle of its action are described.

The basic requirements for labor protection are given.

Parametric calculation of the press was performed, where the required clamping force was determined to ensure the specified dryness of the cardboard web. Also the calculations for the strength and rigidity of the upper and lower press shafts, as well as the drive pin were presented. It has been found that the press shafts can withstand the load and meet the conditions of strength and rigidity.

The press roller bearings were selected and the drive power of the press was estimated to be 195 kW.

Recommendations for installation and operation of the suction press are given. And in the developed startup project the urgency of its modernization is economically substantiated.

The technological process of manufacturing of the bearing retainer of the upper press shaft and the scheme of automation of the processes of tension of the press felt and the pressing of the upper shaft to the bottom are also described.

					ЛН82МП.705503.001 ПЗ	Арк.
Зм.	Арк.	№ докум.	Піпис	Дата		97

The graphic part consists of 11 A1, namely: general press - A1, suction shaft - A0, granite shaft - A0, clamping mechanism - A3x3, actuator - A1, cover - A2, three-wedge cartridge lever-wedge - A1, scheme of automation - A1, poster - A1x3.

The main results of the work were presented at three international conferences. In addition the article on the topik of the thesis was published at the scientific journal.

					ЛН82мп.705503.001 ПЗ	Арк.
						98
Зм.	Арк.	№ докум.	Піпис	Дата		

## Перелік посилань

1. Новиков Н.Е. Прессование бумажного полотна./ Н.Е. Новиков – М.: Лесная промышленность, 1972. – 240с.
2. <http://www.honeywell.com/> – сайт фірми "Honeywell".
3. Патент № 1758129 (SU), МПК5 D21F3/10. Перфорированный вал / М. Д. Лотвинов, М. Л. Глезин, Ю. В. Яковлев, В. А. Гинзбург (SU). – Заявка № 4883488/12, 19.11.90. Оpubл. 30.08.92, Бюл. № 32.
4. Патент № 1838489 (SU), МПК5 D21F3/00. Отжимная часть машины для производства полотна волокнистого материала / Альбрехт Майнеке, Карл Штайнер (DE). – Заявка № 4614103/12, 04.05.89. Оpubл. 30.08.93, Бюл. № 32.
5. Патент № 2004/035916, МПК7 D21F3/02. Pressvorrichtung / Mausser W., Petschauer F., Schadler G. (AT). – Заявка № PCT/EP2003/011320, 13.10.2003. Оpubл. 29.04.2004.
6. Патент № 91/00389, МПК5 D21F3/02. A heated extended nip press apparatus / Crouse J. W., Pulkowski J. H., Porter R. J. (US). – Заявка № PCT/US90/02147, 19.04.90. Оpubл. 10.01.91.
7. Патент № 1796730 (SU), МПК5 D21F3/08. Пресс с удлиненным захватом / Г. П. Кузнецов, А. Г. Андреев, Ю. М. Поздняков, и. В. Бабанин (SU). – Заявка № 4905749/12, 30.01.91. Оpubл. 23.02.93, Бюл. № 7.
8. Патент № 1277879 (EP), МПК7 D21F3/02. Pressenpartie / Augsheller T, Böck K. J. (DE). – Заявка № 02007874.7, 19.04.2002. Оpubл. 22.01.2003.
9. Патент № 0389458 (EP), МПК5 D21F3/02. Extended-nip press / Laapotti J. (FI). – Заявка № 90850100.0, 09.03.90. Оpubл. 26.09.90.
10. Патент № PCT/US1998/023268. METHOD FOR MAKING SOFT TISSUE. Devronizer/HERMANS, Michael, Alan; WI 54956 (US), BURAZIN, Mark, WI 54915 (US), HADA, Frank, Stephen; WI 54915 (US), HONG, Sung, Ho; WI 54956 (US). – Заявка № WO/1999/023303. Оpubл. 14.05.1999.

					ЛН82мп.705503.001 ПЗ	Арк.
						99
Зм.	Арк.	№ докум.	Піпис	Дата		

11. Павлов К.Ф., Примеры и задачи по курсу роцессов и аппаратов химической технологии. Учебное пособие для вузов/Под ред. чл. корр. АН СССР П.Г. Романкова. – 10-е изд., перераб. и доп. – Л.: Химия, 1987. – 576с., ил.

12. Лашинский А. А., Основы конструирования и расчета химической аппаратуры: Справочник / А. А. Лашинский, А. Р. Толчинский – 2-е изд., перераб. и доп. – Л.: Машиностроение, 1970. – 752 с.

13. Михалев М.Ф, Расчет и конструирование машин и аппаратов химических производств: Примеры и задачи: Учеб. пособие для студентов вузов/ М.Ф. Михалев, М.П. Третьяков, А.И. Мильченко, В.В. Зобнин; под общ. ред.

14. Марчевський В.М. Алгоритм розрахунку пресів папероробної машини. Методичні вказівки по застосуванню обчислювальної техніки при курсовому та дипломному проектуванні для студентів інженерно-хімічного факультету спеціалізації 7.090219 «Обладнання лісового комплексу»./ В.М. Марчевський - Київ НТУУ «КПІ», 2003 - 20с.

15. Ануриев В.И. Справочник конструктора-машиностроителя:В 3-х т.: Т. 1 – 8-е изд., перераб. и доп./ В.И. Ануриев – М.: Машиностроение, 2001. – 920 с.

16. Ануриев В.И. Справочник конструктора-машиностроителя:В 3-х т.: Т. 2 – 8-е изд., перераб. и доп./ В.И. Ануриев – М.: Машиностроение, 2001. – 912 с.

17. Чичаев В.А., Оборудование целлюлозно-бумажного производства В 2-х томах/ В.А.Чичаев, М. Л. Глезин, В.А. Екимова и др. Т. 2. Бумагоделательные машины. – М.: Лесная промышленность, 1981. – 264 с.

18. Эйшлин И.Я. „Бумагоделательные и отделочные машины” / И.Я. Эйшлин М. “Лесная промышленность” 1970.- 624 с.

19. Казачинская Н.В. Расчёты на прочность валов сеточной части бумагоделательных машин. Методические указания по применению

					ЛН82мп.705503.001 ПЗ	Арк.
Зм.	Арк.	№ докум.	Піпис	Дата		100



вычислительной техники в курсе "Расчёты и конструирование бумагоделательных и отделочных машин" для студентов специальности 17.04 факультета химического машиностроения. / Н.В. Казачинская – Киев: КПИ, 1990. – 32 с.

20. Марчевский В.Н. Методические указания к выполнению курсового и дипломного проектирования "Использование стандартов СЭВ". Для студентов специальностей 0516, 0558. / В.Н. Марчевский– Киев: КПИ, 1982.–36 с.

21. Розенплентер А.Е., Методичні вказівки для виконання економічної частини дипломного проекту – / А.Е. Розенплентер, Т.В. Панішева, С.В., Лисенко К.:НТУУ”КПІ”, 2005. – 32 с.

22. Анухин В.И. Допуски и посадки. Выбор и расчёт, указание на чертежах: / В.И. Анухин Учеб. пособие – 2-е изд., перераб. и доп. – СПб.: Изд-во СПбГТУ, 2001. – 219 с.

23. Косиловой А.Г. Справочник технолога – машиностроителя. В 2 – х т. Т2 /под ред. А.Г. Косиловой и Р.К. Мещерякова.–4–изд., перераб. И доп. – М.:Машиностроение, 1985. – 496с.

24. Добрянський С.С. Методичні вказівки до виконання курсової роботи (проекту) з дисципліни “Технологія машинобудування”. / С.С. Добрянський К., 2002.–80 с.

25. Ансеров М.А. Приспособления для металлорежущих станков. / М.А. Ансеров -Л.: Машиностроение, 1975. – 656 с.

26 .Маркетинг стартап-проектів [Електронний ресурс] : навчальний посібник для усіх спеціальностей другого освітнього ступеню «магістр» / С. О. Солнцев, О. В. Зозульов, Н. В. Юдіна, Т. О. Царьова, Н. В. Язвінська ; за заг. ред. С.О. Солнцева ; КПІ ім. Ігоря Сікорського. – Електронні текстові дані (1 файл: 3,2 Мбайт). – Київ : КПІ ім. Ігоря Сікорського, 2019. – 218 с. URL : <http://ela.kpi.ua/handle/123456789/27437>

27. Розроблення стартап-проекту [Електронний ресурс] : Методичні рекомендації до виконання розділу магістерських дисертацій для студентів

					ЛН82мп.705503.001 ПЗ	Арк.
Зм.	Арк.	№ докум.	Піпис	Дата		101

інженерних спеціальностей / За заг. ред. О.А. Гавриша. – Київ : НТУУ «КПІ», 2016. – 28 с.

28. Standard Management Systems QUALITY MANAGEMENT Textbook for students and post-graduate students on specialty 131 "Applied mechanics"/ S. Fomichov, A. Banin, I. Skachkov, V. Lysak, O. Gaievskiy, N. Yudina, Kiev: KIM, 2018 – P. 266

29. Форсайт економіки України: середньостроковий (2015–2020 роки) і довгостроковий (2020–2030 роки) часові горизонти / наук. керівник проекту акад. НАН України М. З. Згуровський // Міжнародна рада з науки (ICSU); Комітет із системного аналізу при Президії НАН України; Національний технічний університет України «Київський політехнічний інститут»; Інститут прикладного системного аналізу НАН України і МОН України; Світовий центр даних з геоінформатики та сталого розвитку. — Київ : НТУУ «КПІ», 2015. — 136 с. ISBN 978-966-622-716-7.

30. Yudina N.V. Methods of the Startup-Project Developing Based on ‘the Four-Dimensional Thinking’ in Information Society // Marketing and Management of innovations. – 3’2017. – P.245-256.-DOI:10.21272/mmi.2017.3-23 Access mode : <http://mmi.fem.sumdu.edu.ua/journals/2017/3/245-256>.

31. Юдіна Н.В. Міждисциплінарні платформи стартап-проектів [Електронний ресурс] // Міждисциплінарні дискусії : Матеріали науково-теоретичного семінару «Міждисциплінарні дослідження: теоретико-методологічні виміри», 5 грудня 2017 р. – Київ, Київський національний університет імені Тараса Шевченка Інститут міжнародних відносин Навчально-науковий центр «Синтез». – 2017. – С. 20-24. - Режим доступу [http://mail.iir.edu.ua/uploads/files/tezi%20ceminar%20synthesis%205%2012%202017%20final%20\(1\).pdf](http://mail.iir.edu.ua/uploads/files/tezi%20ceminar%20synthesis%205%2012%202017%20final%20(1).pdf).

32. Юдіна Н. В. Визначення циклічних залежностей в економіці України на основі аналізу окремих макроекономічних показників. Економічний Вісник НТУУ «КПІ». №13(2016). <http://ev.fmm.kpi.ua/article/view/80084/75643>

					ЛН82мп.705503.001 ПЗ	Арк.
Зм.	Арк.	№ докум.	Піпис	Дата		102

33. Юдина Н. В. Антикризисные маркетинговые инструменты инновационного развития предприятий / Н.В. Юдина // Маркетинг и финансы. – 2014. – Т. 1. – С. 60– 72.

34. Юдіна Н.В. Управління майбутнім на основі концепції інноваційного розвитку // Антикризисное управління економікою України: нові виклики. Матеріали III Міжнародної науково-практичної конференції (Київ, КНЕУ ім. В.Гетьмана, 15-17 грудня 2015 року). – 2015. - С. 124-127. – Режим доступа : [http://futurolog.com.ua/blog\\_konferencia\\_kneu\\_2015\\_12\\_15.phtml](http://futurolog.com.ua/blog_konferencia_kneu_2015_12_15.phtml).

35. Юдіна Н.В. Управління майбутнім на основі концепції інноваційного розвитку // Антикризисное управління економікою України: нові виклики. Матеріали III Міжнародної науково-практичної конференції (Київ, КНЕУ ім. В.Гетьмана, 15-17 грудня 2015 року). – 2015. - С. 124-127. – Режим доступа : [http://futurolog.com.ua/blog\\_konferencia\\_kneu\\_2015\\_12\\_15.phtml](http://futurolog.com.ua/blog_konferencia_kneu_2015_12_15.phtml).

36. Юдіна Н. В. «Дорожня карта» підприємства у контексті футурології техногенної економіки. Традиції і інновації. [Електронний ресурс] / Н. В. Юдіна // Інновації та фундаментальні науки в умовах техногенної економіки : зб. матеріалів міждисциплінар. наук.-практ. конф., Київ, 25 листоп. 2016 р. / [уклад. Л. І. Юдіна]. – К., 2016. – Режим доступа : <http://futurolog.com.ua/publish/2/Zbirnyk.pdf#page=6>.

					ЛН82мп.705503.001 ПЗ	Арк.
Зм.	Арк.	№ докум.	Піпис	Дата		103

Додаток А

Технологічний процес виготовлення кришки

					ЛН82мп.705503.001 ПЗ	Арк.
Зм.	Арк.	№ докум.	Піпис	Дата		104

## Вступ

Метою даного розділу дипломного проекту є розроблення технології виготовлення деталі – кришки і проектування патрону трикулачкового важільно-клинового.

Для досягнення поставленої мети в процесі виконання роботи вирішуються наступні завдання:

- аналізується призначення деталі та умови її роботи;
- здійснюється аналіз технологічності деталі;
- обирається заготовка та спосіб її отримання;
- розроблюється маршрутний технологічний процес виготовлення кришки;
- здійснюється вибір обладнання, верстатних пристосувань та інструменту для кожної операції обробки деталі;
- визначаються припуски на обробку кришки;
- розраховуються режими різання та норми часу на виготовлення деталі;
- розробляється та розраховується спеціальне верстатне пристосування;
- виконується робоче креслення деталі та складальне креслення пристосування з специфікацією, заповнюються операційні карти механічної обробки.

					ЛН82мп.705374.001 ПЗ			
Змн.	Лист	№ докум.	Підпис	Дата	Технологічний процес виготовлення кришки	Літ.	Арк.	Акрушів
Розроб.	Яновський						105	
Перевір.	Двойнос					КПІ ім. Ігоря Сікорського, ІХФ, каф. МАХНВ		
Реценз.								
Н. Контр.								
Затверд.								

## А.1 Призначення і умови роботи деталі у вузлі машини

Розроблювана деталь – кришка. В складальному вузлі кришка закриває з торця підшипник та частково привідну цапфу. Кришка одягається на цапфу вала під натягом та з'єднується з корпусом підшипника за допомогою 12-х болтів М28. Центральний отвір кришки має канавки під ущільнювальні кільця. Кришка також має отвори для подачі мастила до підшипникового вузла. Кришка обертається разом з валом, відчутних навантажень не зазнає.

## А.2 Технологічний аналіз виготовлення деталі

Оцінка технологічності проводиться якісно та кількісно з розрахунком показників технологічності згідно ГОСТ 14201-83. Так як деталь має форму тіла обертання з відношенням висоти і найбільшого діаметра:

$$h \leq 0,5D,$$

$$65 \leq 0,5 \cdot 620,$$

$$65 \leq 310.$$

то її можна віднести до класу "кілець".

Розроблювана кришка виготовлена з матеріалу – сталь 3сп ГОСТ 380-71.

Межа міцності (для даної сталі):

при розтягуванні  $\tau_B = 600 \text{ МПа}$ ;

при згині  $\sigma_n = 220 \text{ МПа}$ .

Режими термічної обробки заготовки:

відпуск  $700 \div 800^\circ \text{C}$ ; охолодження – в маслі або на повітрі.

Виготовлення даної кришки відноситься до одиничного або дрібносерійного виробництва. Технологічний процес обробки деталі має ущільнений характер, тобто на одному станку виконується декілька операцій.

Знаючи тип виробництва, матеріал деталі та її конфігурацію, використовують для отримання заготовки метод лиття у піщано-глинисті

					ЛН82мп.02141.001 ПЗ	Арк.
						106
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

форми за металевими моделями з машинною формовкою, яка забезпечує досягнення 9-го класу точності у відповідності з ГОСТ 26645-85.

Конфігурація виливки не є складною і дозволяє забезпечити легке витягання її моделі з форми і, за допомогою фігурного стержня, отримати литі отвори під діаметри: Ø376; Ø28. Весь виливок може формуватися в одній опоці і ливарна форма буде мати один плоский роз'єм. Виливок має достатньо товсті стінки, які виключають їх "непроливи", не має різких переходів від тонких стінок до товстих. Клас точності і формувальні уклони відповідають вимогам стандарту.

Аналіз технологічності дозволяє зробити наступні висновки:

- конструкція кришки допускає обробку точних поверхонь та отворів "напрохід";
- досягається вільний доступ різального та вимірювального інструменту до оброблюваних поверхонь;
- в конструкції кришки передбачені площини та отвори, які оброблюються стандартними інструментами.

В цілому конструкція кришки технологічна, але є декілька зауважень:

- деякі труднощі виникають при обробці поверхонь, що розташовані не паралельно і не перпендикулярно до основної площини.
- деякі труднощі виникають при обробці отворів діаметром Ø20, Ø16 для подачі мастила, адже розміщені вони під кутом до основної площини.
- дещо ускладненими є процес обробки внутрішньої поверхні кришки.

В цілому конструкція деталі технологічна.

### А.3 Вибір і обґрунтування вибору заготовки

Для отримання заготовки використаємо метод лиття у піщано-глинисті форми за металевими моделями з машинною формовкою, яка забезпечує досягнення 9-го класу точності у відповідності з ГОСТ 26645-85. Даний метод лиття має низьку вартість.

Згідно з ГОСТ 26645-85 визначаємо:

					ЛН82мп.02141.001 ПЗ	Арк.
						107
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

- клас розмірної точності виливка – 9;
- ступінь точності поверхонь виливка – 12;
- клас точності маси виливка – 9;
- шорсткість поверхонь виливка  $Ra - 32$ .

Виливна форма повинна мати, по можливості один плоский роз'єм та забезпечувати мінімальну кількість стержневих вставок. Для даної заготовки такою єдиною площиною роз'єма може бути тільки торець D700/D620 (рис 1.1).

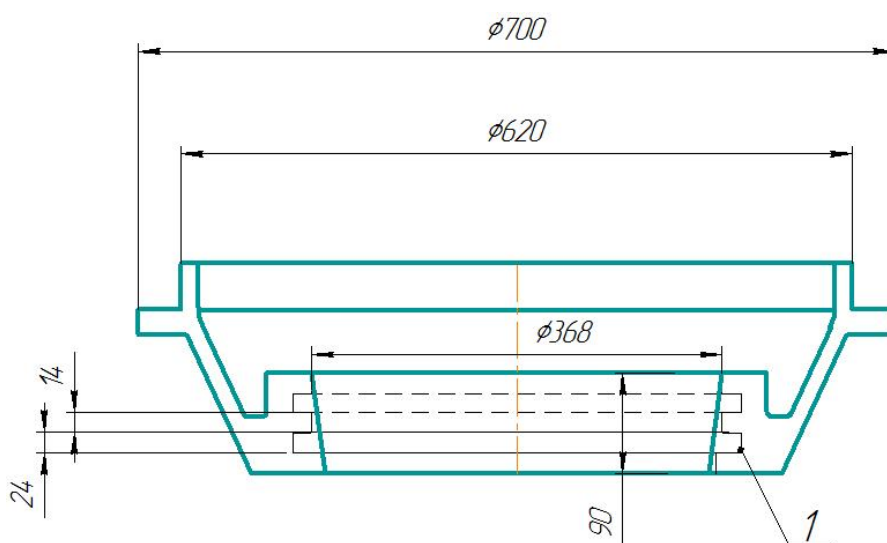


Рисунок 1.1 Заготовка

Перевага цієї площини роз'єма заключається в тому, що в ній знаходяться найбільші розміри заготовки, чим досягається мінімальна глибина формування, невеликі перепади розмірів виливки завдяки формовочним уклонам і добра якість відливки. Крім цього вся виливка формується в одній опоці і на її поверхні не буде дефектів, які виникають через зміщення опок.

#### А.4 Розробка технологічного процесу виготовлення деталі

Оскільки розроблювана кришка відноситься до класу корпусних деталей, то типовий технологічний процес складається з наступних етапів:

- чорнова та чистова токарна обробка торців кришки;



- чорнова та чистова токарна обробка внутрішніх поверхонь на діаметрі 368 мм, при базуванні по обробленому торцю;
- фрезерування відповідних поверхонь під пази розмірами 80 та 36 мм;
- свердління отворів і нарізання різьби;
- свердління і чистова обробка отворів Ø16 і Ø20, що призначені для подачі мастила, нарізання різьби для отвору з діаметром Ø 20;
- відділка точних поверхонь шліфуванням.

Базування: чорновими базами є зовнішній діаметр деталі D620 та один торець; для всієї наступної обробки базами є оброблені на першій операції торець і циліндрична внутрішня поверхня.

#### А.5 Вибір технологічних баз і обґрунтування вибраних схем базування

На основі креслення кришки і описаного технологічного процесу вибираємо технологічні бази.

##### Операція 005. Токарна з ЧПУ

Чорнове та чистове точіння зовнішніх поверхонь кришки (D700, D620), а також чорнове та чистове розточування торців кришки (D700/D620, D620/ D588). За установочну базу приймаємо циліндричну внутрішню поверхню D368.

Модель станка: токарний полуавтомат з ЧПУ (1П756ДФ321).  
Пристосування: патрон трьохкулачковий, що само центрується, з пневмоприводом.

##### Операція 010. Токарна з ЧПУ

Чорнова та чистова токарна обробка внутрішніх поверхонь на діаметрі 368 мм, при базуванні по обробленому торцю та одній з зовнішніх поверхонь.

Модель станка: токарний полуавтомат з ЧПУ (1П756ДФ321).  
Пристосування: пневмоциліндр.

					ЛН82мп.02141.001 ПЗ	Арк.
						109
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

### Операція 015. Продольно-фрезерна

Чорнове та чистове фрезерування пазів кришки, що мають розміри 80 та 36 мм. За установочну базу приймаємо циліндричну внутрішню поверхню D368, за направляючі – відповідні торцеві поверхні.

Операція виконується на продольно-фрезерному верстаті. Пристосування: тиски поворотні пневмо-гідравлічні.

### Операція 020. Радіально-свердлильна

Свердління 16 отворів Ø28H14 під кріпильні болти. Нарізання різьби в цих отворах M28-9H. Базування здійснюється по торцю D700/D620 і по поверхні D620.

Операція здійснюється на радіально-свердлильному верстаті моделі 2Н53. Пристосування: спеціальне з пневмоприхватом.

### Операція 025. Радіально-свердлильна

Свердління і чистова обробка отворів, що призначені для подачі мастила (Ø 20, Ø 16), нарізання різьби для отвору з діаметром Ø 20;

Операція здійснюється на радіально-свердлильному верстаті моделі 2Н53. Пристосування: спеціальне з пневмоприхватом. Базування здійснюється по торцю D700/D620 і по поверхні D620.

### Операція 030. Шліфувальна

Шліфувати поверхні, що оброблювались в операції 005.

### Операція 035. Шліфувальна

Шліфувати поверхні, що оброблювались в операції 010.

## А.6 Розрахунок припусків на обробку

Розрахунково-аналітичний метод.

Для циліндричної зовнішньої поверхні  $D620h7$  припуск визначають за формулою:

$$2Z_{i\min} = 2 \left[ (R_z + h)_{i-1} + \sqrt{\Delta \sum_{i-1}^2 + \varepsilon_i^2} \right], \quad (\text{A.1})$$

					ЛН82мп.02141.001 ПЗ	Арк.
						110
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

де  $R_{z_{i-1}}$  - висота нерівностей профілю на попередньому переході;

$h_{i-1}$  - глибина дефектного поверхневого шару на попередньому переході;

$\Delta_{\sum_{i-1}}$  - сумарне відхилення розташування поверхні, отримане в результаті виконання попереднього переходу;

$\varepsilon_i$  - похибка встановлювання заготовки на переході що виконується.

Визначаємо мінімальний припуск для чорнового точіння за формулою (А.1):

$$2Z_{2min} = 2 \left[ (R_z + h)_1 + \sqrt{\Delta_{\sum_{3AG}}^2 + \varepsilon_2^2} \right] = 2 \left[ (300 + \sqrt{1200^2 + 500^2}) \right] = 3200 \text{ мкм},$$

де  $R_z$  - висота нерівностей профілю деталі;

$h_1$  - глибина дефектного поверхневого шару деталі;

$$\Delta_{\sum_{3AG}} = 1200 \text{ мкм};$$

$$\varepsilon_2 = 500.$$

Сумарне значення  $R_z$  та  $h$  для виливків дев'ятого класу точності вибираємо з таблиць. Для заготовки  $(R_z + h)_1 = 300 \text{ мкм}$ .

Сумарне значення просторових відхилень для литих поверхонь визначається за формулою:

$$\Delta_{\sum_{3AG}} = \sqrt{\Delta_{кор}^2 + \Delta_{см}^2} = \sqrt{621^2 + 1027^2} = 1200 \text{ мкм},$$

де  $\Delta_{кор} = 621 \text{ мкм}$ ;

$$\Delta_{см} = 1027 \text{ мкм}.$$

Зміщення  $\Delta_{см}$  поверхні, що оброблюється необхідно визначати у вертикальній і горизонтальній площинах і воно повинно враховувати відхилення осі литого циліндру відносно базової поверхні, тому:

$$\Delta_{см} = \sqrt{\Delta_{Г}^2 + \Delta_{В}^2} = \sqrt{1,2^2 + 1,2^2} = 1,697 \text{ мм} = 1697 \text{ мкм},$$

де  $\Delta_{Г}$  - зміщення в горизонтальній площині.

$\Delta_{В}$  - зміщення в вертикальній площині.

Зміщення в горизонтальній площині:

					ЛН82мп.02141.001 ПЗ	Арк.
						111
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

$$\Delta_{\Gamma} = \frac{S_1}{\cos \beta} = \frac{1,2}{\cos 2^{\circ}} = 1,2 \text{ мм},$$

де  $S_1$  - зазор (горизонтальний) між знаком форми і поверхнею;

$\beta$  - виливний уклін.

Зміщення в вертикальній площині:

$$\Delta_B = S_2 = 1,2 \text{ мм},$$

де  $S_2$  - вертикальний зазор між знаком форми і стержнем.

Короблення потрібно враховувати як в діаметральному, так і в осьовому перерізі поверхні, тому:

$$\Delta_{\text{КОР}} = \sqrt{(\Delta_K d)^2 + (\Delta_K L)^2} = \sqrt{(1 \cdot 620)^2 + (1 \cdot 42)^2} = 621 \text{ мкм},$$

Просторові відхилення дуже швидко зменшуються при механічній обробці.

$$\Delta_{\Sigma_{\text{чорн}}} = K_{\text{у чорн}} \Delta_{\Sigma_{\text{заг}}} = 0,06 \cdot 1807 = 108,42 \text{ мкм},$$

$$\Delta_{\Sigma_{\text{вн}}} = \hat{E}_{\text{вн}} \Delta_{\Sigma_{\text{вн}}} = 220 \text{ мкм}.$$

Похибка встановлювання  $\varepsilon_i$  на виконуємому переході характеризується зміщенням оброблювальної поверхні у будь-якому напрямку при базуванні і закріпленні деталі в пристосуванні.

Вона визначається за формулою:

$$\varepsilon_i = \sqrt{\varepsilon_B^2 + \varepsilon_3^2} = \sqrt{100^2 + 80^2} = 128 \text{ мкм},$$

де  $\varepsilon_B, \varepsilon_3$  - похибка відповідно базування і закріплення в трьох-кулачковому патроні.

Визначаємо мінімальний припуск для чистового точіння за формулою (А.1):

$$2Z_{3\text{min}} = 2 \left[ (R_z + h)_2 + \sqrt{\Delta_{\Sigma_{\text{вн}}}^2 + \varepsilon_3^2} \right] = 2 \left[ (40 + 40) + \sqrt{220^2 + 0^2} \right] = 550 \text{ мкм},$$

де  $R_{z_2} = 40 \text{ мкм}$ ;  $h_2 = 40 \text{ мкм}$ ;  $\Delta_{\Sigma_{\text{чорн}}} = 108,42$ ;  $\varepsilon_3 = 0$ .

Визначаємо мінімальний припуск для шліфування за формулою (А.1):

					ЛН82мп.02141.001 ПЗ	Арк.
						112
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

$$2Z_{i\min} = 2 \left[ (R_z + h)_3 + \sqrt{\Delta_{\Sigma_{\text{чист}}}^2 + \varepsilon_3^2} \right] = 2 \left[ ((20 + 20) + \sqrt{4,34^2 + 8^2}) \right] = 98,2 \text{ мкм},$$

де  $R_{z_3} = 20 \text{ мкм}$ ;  $h_3 = 20 \text{ мкм}$ ;  $\Delta_{\Sigma_{\text{чорн}}} = 4,34$ ;  $\varepsilon_3 = 8$ .

Отримані дані зведені в таблицю 1.

Таблиця 1

Технологічні переходи обробки поверхні D620 h7	Елементи припуску, мкм				Розрахункові припуски $2Z_{i\min}$ , мкм	Розрахункові розміри $D_{i\min}$ , мм	Допуск $T_i$ , мкм	Граничні розміри, мм	
	$R_{Zi-1}$	$h_{i-1}$	$\Delta_{\Sigma i-1}$	$\varepsilon_{yi}$				$D_{i\min}$	$D_{i\max}$
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Заготовка лиття в піщано-глиністі форми (17кл. точн.)	300 ( $R_z + h$ )		1807	-	-	624,539	7000	624,39	631,39
Точіння чорнове (11 квалітет)	40	40	108,42	500	3200	622,401	440	620,75	621,19
Точіння напів-чистове (9 квалітет)	20	20	4,34	0	550	620,913	175	620,025	620,2
Шліфування (7 квалітет)	10	10	3	8	25	619,815	70	619,93	620,0

Розрахунковий мінімальний розмір визначаємо різницею максимального розрахункового розміру та величини допуску:

$$D_{\min i-1} = D_{\max i-1} - T_{Di-1}, \quad (\text{A.2})$$

де  $D_{\text{чорн max}} = 621,19 \text{ мкм}$ ;

Розташування припусків на обробку поверхні D620h7 наведені на рисунку 1.2.

					ЛН82мп.02141.001 ПЗ	Арк.
						113
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

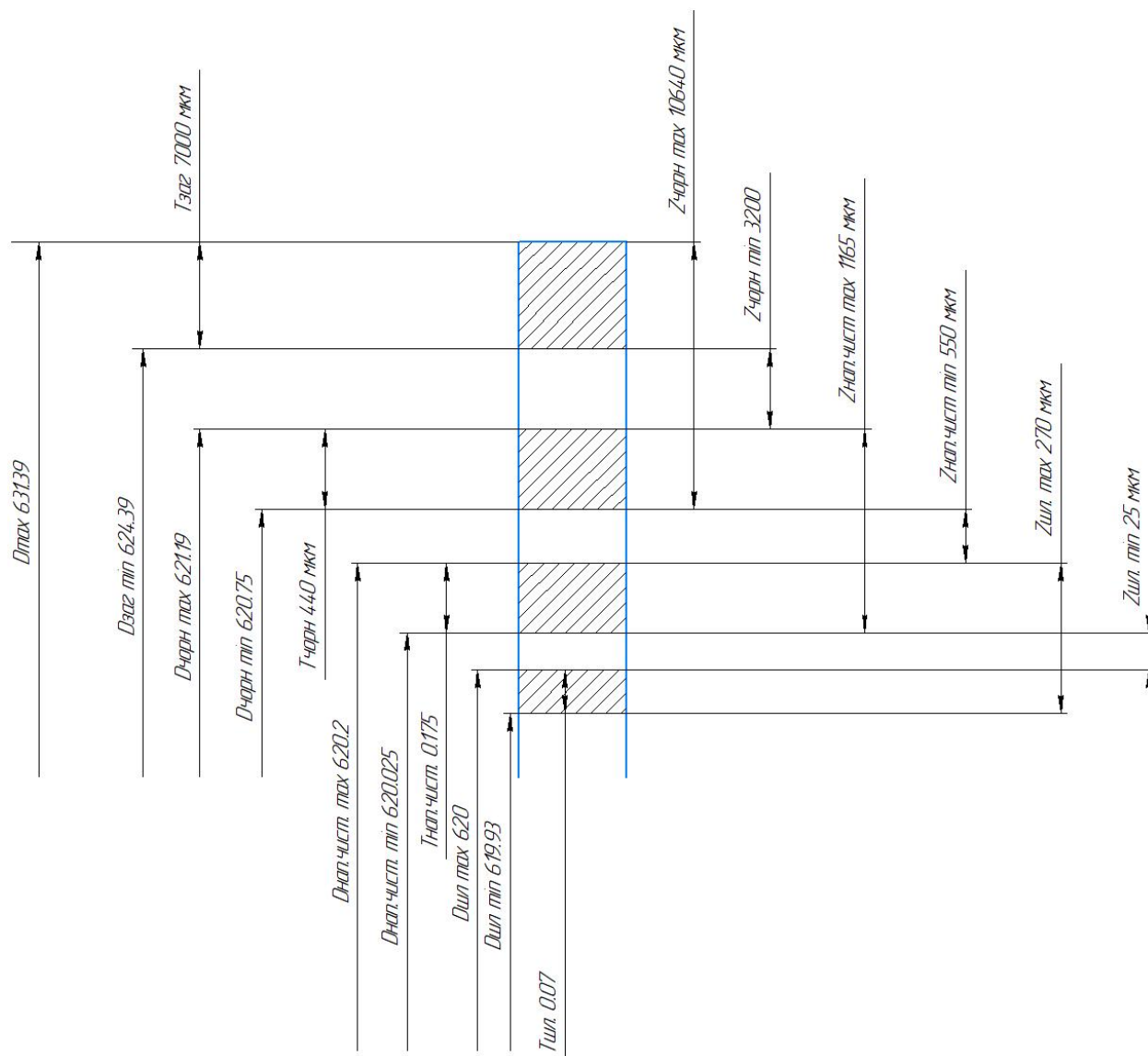


Рисунок 1.2 - Схема розташування припусків на обробку поверхні  $D620h7$ .

#### А.7 Розрахунок режимів різання

Обточити поверхню  $d620^{-0.07}$

Глибина різання:  $t_{\text{чорн}} = 2,0$  мм,  
 $t_{\text{чист}} = 0,5$  мм.

Подача:  $S_{\text{чорн}} = 0,8 \frac{\text{мм}}{\text{об}}$ ,  
 $S_{\text{чист}} = 0,3 \frac{\text{мм}}{\text{об}}$ .

Період стійкості різця з врахуванням напівавтоматичного режиму різання станка приймаємо підвищений.

$$T=90 \text{ хв.}$$

Швидкість різання:

$$V = \frac{C_V}{T^m t^x S^y} K_V. \quad (\text{A.5})$$

Швидкість різання для чорнового обточування визначаємо за формулою (A.5):

$$V_{\text{чорн}} = \frac{C_V}{T^m t^x S^y} K_V = \frac{350}{90^{0,2} \cdot 2^{0,15} \cdot 0,8^{0,35}} \cdot 0,47 = 65,4 \frac{\text{м}}{\text{хв}},$$

Значення коефіцієнтів при чорновому обточування, якщо матеріал ріжучої частини різця Т15К6 і  $S > 0,3$ :  $C_V = 350$ ;  $m = 0,2$ ;  $x = 0,15$ ;  $y = 0,35$ .

$K_V$  - коефіцієнт швидкості.

Швидкість різання для чистового обточування визначаємо за формулою (A.5):

$$V_{\text{чист}} = \frac{C_V}{T^m t^x S^y} K_V = \frac{420}{90^{0,2} \cdot 0,5^{0,15} \cdot 0,3^{0,2}} \cdot 0,47 = 113,7 \frac{\text{м}}{\text{хв}},$$

Значення коефіцієнтів при чистовому обточування, якщо матеріал ріжучої частини різця Т15К6 і  $S < 0,3$ :  $C_V = 420$ ;  $m = 0,2$ ;  $x = 0,15$ ;  $y = 0,2$ .

$K_V$  - коефіцієнт швидкості.

Частота обертання:

$$n = \frac{1000V}{\pi D}, \quad (\text{A.6})$$

Частоту обертання при чорновому обточуванні визначаємо за формулою (A.6):

$$n_{\text{чорн}} = \frac{1000V_{\text{чорн}}}{\pi D} = \frac{1000 \cdot 65,4}{3,14 \cdot 620} = 33,6 \frac{\text{об}}{\text{хв}},$$

де  $V_{\text{чорн}} = 65,4 \frac{\text{м}}{\text{хв}}$  - швидкість різання при чорновому обточуванні.

Частоту обертання при чистовому обточуванні визначаємо за формулою (A.6):

					ЛН82мп.02141.001 ПЗ	Арк.
						115
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

$$n_{\text{чист}} = \frac{1000V}{\pi D} = \frac{1000 \cdot 113,7}{3,14 \cdot 620} = 58,4 \frac{\text{об}}{\text{хв}}.$$

де  $V_{\text{чист}} = 113,7 \frac{\text{м}}{\text{хв}}$  - швидкість різання при чистовому обточуванні.

Кінцеве значення, яке приймаємо:

$$n_{\text{чорн}} = 50 \frac{\text{об}}{\text{хв}},$$

$$n_{\text{чист}} = 75 \frac{\text{об}}{\text{хв}}.$$

$$V_{\text{чорн}} = \frac{\pi D n}{1000} = \frac{3,14 \cdot 620 \cdot 50}{1000} = 97,34 \frac{\text{м}}{\text{хв}},$$

$$V_{\text{чист}} = \frac{\pi D n}{1000} = \frac{3,14 \cdot 620 \cdot 75}{1000} = 146,01 \frac{\text{м}}{\text{хв}}.$$

Хвилинна подача:

$$S_{\text{м}} = S n, \quad (\text{А.7})$$

Хвилинна подача при чорновому обточуванні за формулою (А.7) :

$$S_{\text{мчорн}} = S_{\text{чорн}} n_{\text{чорн}} = 0,8 \cdot 50 = 40 \frac{\text{мм}}{\text{хв}},$$

де  $S_{\text{чорн}}$  - подача при чорновому обточуванні;

$n_{\text{чорн}}$  - частота обертання для чорнового обточування.

Хвилинна подача при чистового обточуванні за формулою (А.7):

$$S_{\text{мчист}} = S_{\text{чист}} n_{\text{чист}} = 0,3 \cdot 75 = 22,5 \frac{\text{мм}}{\text{хв}},$$

де  $S_{\text{чист}}$  - подача при чорновому обточуванні;

$n_{\text{чист}}$  - частота обертання для чорнового обточування.

Коефіцієнт швидкості розраховується за формулою:

$$K_V = K_{mv} K_{nv} K_{uv} K_{\phi} K_r = 0,45 \cdot 1 \cdot 1,15 \cdot 0,97 \cdot 0,94 = 0,47;$$

де  $K_{mv} = 0,45$  - коефіцієнт, який залежить від оброблюваного матеріалу;

$K_{nv} = 1$  - коефіцієнт, який враховує стан обробленої поверхні;

$K_{uv} = 1,15$  - коефіцієнт, який враховує матеріал ріжучої частини

					ЛН82мп.02141.001 ПЗ	Арк.
						116
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		



інструменту;

$K_{\varphi} = 0,97$  - коефіцієнт, який враховує кут у плані;

$K_r = 0,94$  - коефіцієнт, який враховує радіус ріжучої кромки інструменту.

Коефіцієнт, який враховує всі фактичні умови різання:

$$K_p = K_{M_p} K_{\varphi_p} K_{\gamma_p} K_{\lambda_p} K_{r_p} = 0,8 \cdot 0,89 \cdot 1 \cdot 1 \cdot 1 = 0,7,$$

де  $K_{M_p} = 0,8$  - коефіцієнт, який залежить від оброблюваного матеріалу;

$K_{\varphi_p} = 0,89$  - коефіцієнт, який враховує головний кут в плані  $\varphi$ ;

$K_{\gamma_p} = 1$  - коефіцієнт, який враховує передній кут в плані  $\gamma$ ;

$K_{\lambda_p} = 1$  - коефіцієнт, який враховує кут нахилу головного леза  $\lambda$ ;

$K_{r_p} = 1$  - коефіцієнт, який враховує радіус ріжучої кромки інструменту.

Сила різання:

$$P_Z = 10 C_p t^x S^y V^n K_p, \quad (\text{A.8})$$

Сила різання при чорновому обточуванні за формулою (A.8):

$$P_{Z_{\text{чорн}}} = 10 C_p t^x S_{\text{чорн}}^y V_{\text{чорн}}^n K_p = 10 \cdot 300 \cdot 2^1 \cdot 0,8^{0,75} \cdot 97,34^{-0,15} \cdot 0,7 = 1787,8 \text{ Н},$$

Вибираємо коефіцієнти для сталі  $\sigma_B = 750$  МПа:

$$C_p = 300; \quad x = 1; \quad y = 0,75; \quad n = -0,15.$$

де  $K_p$  - коефіцієнт, який враховує всі фактичні умови різання,

$S_{\text{чорн}}$  - подача при чорновому обточуванні.

Сила різання при чистовому обточуванні за формулою (A.8):

$$P_{Z_{\text{чист}}} = 10 C_p t^x S_{\text{чист}}^y V_{\text{чист}}^n K_p = 10 \cdot 300 \cdot 0,5^{1,0} \cdot 0,3^{0,75} \cdot 146,01^{-0,15} \cdot 0,7 = 201,54 \text{ Н},$$

Вибираємо коефіцієнти для сталі  $\sigma_B = 750$  МПа:

$$C_p = 300; \quad x = 1; \quad y = 0,75; \quad n = -0,15.$$

де  $K_p$  - коефіцієнт, який враховує всі фактичні умови різання,

$S_{\text{чист}}$  - подача при чистовому обточуванні.

Потужність різання:

$$N = \frac{P_Z V}{1020 \cdot 60}, \quad (\text{A.9})$$

					ЛН82мп.02141.001 ПЗ	Арк.
						117
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Потужність різання при чорновому обточуванні за формулою (А.9):

$$N_{\text{чорн}} = \frac{P_{Z_{\text{чорн}}} V_{\text{чорн}}}{1020 \cdot 60} = \frac{1787,8 \cdot 97,34}{1020 \cdot 60} = 2,84 \text{ кВт},$$

де  $P_{Z_{\text{чорн}}}$  - сила різання для чорнового різання,

$V_{\text{чорн}}$  - швидкість різання при чорновому обточуванні.

Потужність різання при чистовому обточуванні за формулою (А.9):

$$N_{\text{чист}} = \frac{P_{Z_{\text{чист}}} V_{\text{чист}}}{1020 \cdot 60} = \frac{201,54 \cdot 146,01}{1020 \cdot 60} = 0,48 \text{ кВт}.$$

де  $P_{Z_{\text{чист}}}$  - сила різання для чистового обточування,

$V_{\text{чист}}$  - швидкість різання при чистовому обточуванні.

Не перевищує потужності на шпинделі верстата:

$$N_{\text{шп}} = 15 \cdot 0,8 = 12 \text{ кВт}.$$

## А.8 Визначення норм часу на обробку

Норму штучно калькуляційного часу, яке витрачається на виконання операції в серійному виробництві розраховуємо за формулою:

$$\begin{aligned} T_{\text{шк}} &= T_{\text{ш}} + \frac{T_{\text{п.з}}}{n} = T_0 + T_{\text{в}} + T_{\text{обсл}} + T_{\text{л.п}} + \frac{T_{\text{п.з}}}{n} = \\ &= 1,26 + 1,22 + 3,5 + 6 + \frac{18}{1} = 29,98 \text{ хв}, \end{aligned}$$

де  $T_0, T_{\text{в}}$  - основний (технологічний) і додатковий час, хв;

$T_{\text{обсл}}$  - час обслуговування робочого місця, хв;

$T_{\text{л.п}}$  - час перерв на особисті потреби, хв;

$n$  - кількість заготовок в партії;

$T_{\text{п.з}}$  - норма підготовчо-заключного часу на обробку партії

заготовок, хв.

Для визначення  $T_{\text{в}}$  виписуємо всі додаткові роботи, які проводять при виконанні операції точіння і знаходимо витрачений на них час:

					ЛН82мп.02141.001 ПЗ	Арк.
						118
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Очистити пристосування від стружки (щіткою)	0,09 хв
Встановити заготовку, і зняти вручну	0,25 хв
Закріпити і відкріпити заготовку	
Додатковий час, зв'язаний з виконанням двох переходів	$2 \cdot 0,3 = 0,60$ хв
Змінення частоти обертання шпинделя	$2 \cdot 0,07 = 0,14$ хв
Змінення подачі	$2 \cdot 0,07 = 0,14$ хв
Всього:	$T_B = 1,22$ хв

$$T_{\text{обс}} = 3,5\%, \quad T_{\text{опер}} = 2,48 \text{ хв},$$

$$T_{\text{Л.П}} = 6\%, \quad T_{\text{опер}} = 3,47 \text{ хв},$$

$$T_{\text{П.З}} = 18 \text{ хв}, \quad n = 1 \text{ деталь}.$$

Основний технологічний час розраховується за формулою (А.10):

$$T_0 = \frac{L}{S_{\min}} = \frac{l + l_{\text{БР}} + l_{\text{пер}}}{Sn},$$

де  $L$  - розрахункова довжина обробки, тобто загальна довжина робочого ходу інструменту;

$l = 42$  мм - довжина оброблюємої поверхні;

$l_{\text{БР}} = 6$  мм - довжина врізання;

$l_{\text{пер}} = 2,63$  мм - довжина перебігу інструмента.

$$T_{\text{опер}} = T_0 + T_B,$$

Норми часу для чорнового точіння розраховуємо за формулою (А.10):

$$T_{0\text{чорн}} = \frac{L}{S_{\min}} = \frac{l + l_{\text{БР}} + l_{\text{пер}}}{S_{\text{чорн}} n_{\text{чорн}}} = \frac{42 + 6 + 2,63}{0,8 \cdot 50} = 1,26 \text{ хв},$$

де  $S_{\text{чорн}} = 0,8$  - подача при чорновому обточуванні;

$$n_{\text{чорн}} = 50 \frac{\text{об}}{\text{хв}} - \text{частота обертання для чорнового обточування}.$$

Норми часу для чистового точіння розраховуємо за формулою (А.10):

$$T_{0\text{чист}} = \frac{L}{S_{\min}} = \frac{l + l_{\text{БР}} + l_{\text{пер}}}{S_{\text{чист}} n_{\text{чист}}} = \frac{42 + 6 + 2,63}{0,3 \cdot 75} = 2,25 \text{ хв}.$$

де  $S_{\text{чист}} = 0,3$  - подача при чорновому обточуванні;

					ЛН82мп.02141.001 ПЗ	Арк.
						119
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

$n_{\text{чист}} = 75 \frac{\text{об}}{\text{хв}}$  - частота обертання для чорнового обточування.

#### А. 9 Розробка пристрою для точіння кришки

Метою розрахунку є визначення необхідної сили затиснення деталі для нормальної роботи пристосування та для отримання доброї якості деталі.

Як установочну базу використовуємо торець D376/D490, опорна база – циліндрична поверхня D376. Пристосування – патрон трикулачковий.

Зусилля закріплення направляємо в сторону опорної бази, що дозволяє надійно закріпити заготовку.

Схема сил, що діють на заготовку в процесі обробки наведена на рис. 1.2.

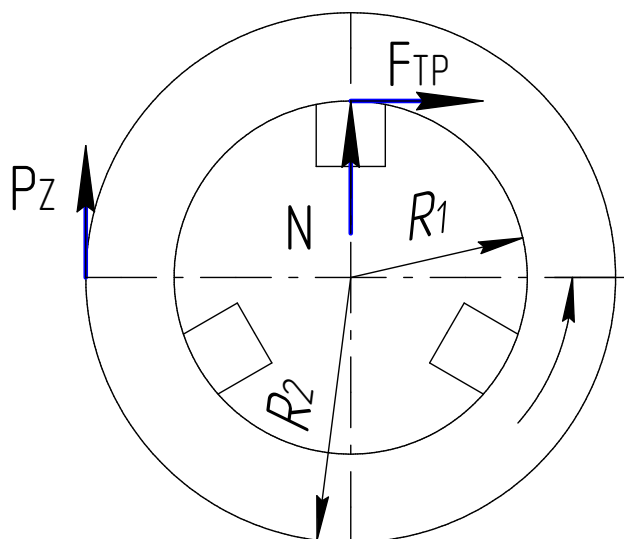


Рис.1.2 Схема сил, що діють на заготовку в процесі обробки.

#### А.10 Розрахунок пристосування

Найбільш небезпечною силою різання, яка потребує максимального зусилля закріплення заготовки є  $P_z$  виникаюча при точінні отвору згідно раніш проведеним розрахункам:

$$P_z = 1787,8 \text{ Н}$$

При великій тангенційній жорсткості, коли заготовка встановлена в патрон і навантажена силою  $P_z$ . Силу, яка потрібна для затиснення заготовки одним кулачком визначаємо з нерівності:

$$F_{\text{тр}} > \frac{P_z R_2}{3 R_1} = \frac{1787,8 \cdot 0,385}{3 \cdot 0,3} = 764,8 \text{ Н},$$

де  $R_2$  - радіус дії сили різання;

$R_1$  - радіус дії кулачків прихвату;

Нормальна сила затиснення одного кулачка:

$$N = \frac{F_{\text{тр}}}{f} = \frac{764,8}{0,3} = 2550 \text{ Н},$$

де  $f$  - коефіцієнт тертя між заготовкою і кулачком .

Зусилля на штоку яке передається з трьох кулачків:

$$Q = 3 \frac{Na}{b\eta} = 3 \frac{2550 \cdot 0,043}{0,075 \cdot 0,8} = 5482,5 \text{ Н},$$

де  $a, b$  - плечі механізму передачі зусилля в патроні;

$\eta$  - КПД механічної передачі.

Висновок: в результаті розрахунку було визначено необхідну силу затиснення деталі, що дозволяє надійно закріпити деталь в пристосуванні та свідчить про нормальну роботу та добру якість майбутньої деталі.

					ЛН82мп.02141.001 ПЗ	Арк.
						121
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Додаток Б

Автоматична система керування установкою

					ЛН82мп.705503.001 ПЗ	Арк.
Зм.	Арк.	№ докум.	Піпис	Дата		130

## Вступ

Складність і висока швидкість протікання технологічних процесів у хімічній промисловості, їх чутливість до порушень режиму, а також підвищені вибухо-пожежонебезпечність і шкідливість умов роботи підставово спричиняють підвищену увагу до питань автоматизації хіміко-технологічних процесів. Автоматичні контроль та керування технологічними процесами забезпечують високу якість продукції, раціональне використання сировини та енергії, подовження термінів міжремонтного пробігу устаткування, зменшення чисельності технічного персоналу.

Виробництво картону являється доволі складним, багатоопераційним процесом, який характеризується значною матеріаломісткістю та трудомісткістю. Але не дивлячись на великі затрати енергоресурсів, воно залишається стратегічно важливим для держави.

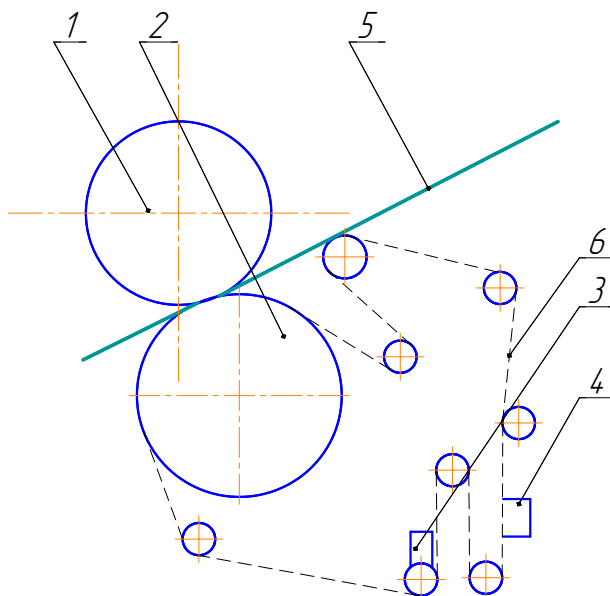
Оскільки зневоднювання паперового полотна пресуванням у 10...15 разів дешевше, ніж зневоднювання сушінням, то на сьогоднішній день велика увага приділяється удосконалюванню конструкції пресів з метою одержання після них сухості полотна, близької до теоретично можливої та досягнутої методом віджимання [1].

В процесі виробництва картону картоноробна машина являється основним агрегатом. На ній проводиться відлив і формування картоного полотна, пресування, сушка і попередня обробка картону.

					ЛН82мп.705374.001 ПЗ			
Змн.	Лист	№ докум.	Підпис	Дата	Автоматизація  Другого преса КРМ	Літ.	Арк.	Акрушів
Розроб.	Яновський							
Перевір.	Сазонов							
Реценз.						КПІ ім. Ігоря Сікорського,  ІХФ, каф. МАХНВ		
Н. Контр.								
Затверд.								

## Б.1 Опис технологічної схеми процесу

Технологічну схему компоновання пресової частини з відсмоктуючим валом зображено на рисунку 1.1.



1 – гранітний вал; 2 – полотно паперове; 3 – сукно пресове;

4 – відсмоктуючий вал; 5 – сукнонатяжка; 6 – сукномийка;

Рисунок 1.1 – Технологічну схему компоновання другого преса КРМ

Вологе неміцне картонне полотно, отримане в формувальній частині машини, у залежності від її типу, має сухість 8...25 % [2]. Для подальшого зневоднювання воно направляється в пресову частину, де в процесі проходження між валами пресів, тиск у яких по ходу машини поступово зростає, відбувається не тільки підвищення сухості до 35...50 %, але і його ущільнення, у результаті чого поліпшується поверхня, знижується пористість, підвищуються міцність і щільність.

Пресова частина машини повинна працювати таким чином, щоб на ній відбувалося рівномірне і максимально припустиме для визначеного виду картону видалення води, тому що підвищення сухості перед сушильною частиною машини на 1 % дозволяє підвищити її продуктивність на 5 % і на



стілки ж знизити витрату пари. Крім того, зневоднювання пресуванням у 10...15 разів дешевше, ніж зневоднювання сушінням.

Для виробництва картону односторонньої гладкості (тарного, гофрованого, обгорткового) проектують та виготовляють машини, сіткова частина яких за технологічним призначенням не має принципової різниці від звичайних плоско сіткових картоноробних машин [2]. Пресова частина (рисунк 1.1) спеціальних машин виконує ту ж саму технологічну функцію, але її компонування відрізняється від звичайних тим, що складається з відсмоктуючого вала 4 діаметром 1000 мм та гранітного валу діаметром 1000 мм.

Вологе паперове полотно з сіткової частини картоноробної машини поступає на пресову частину і потрапляє в захват між гранітним валом 1 та першим відсмоктуючим пресом 4, де з нього віджимається вода, за рахунок сили притискання між валами та вакууму в відсмоктуючого валу. Для знімання паперового полотна з нижнього валу використовують шабер. В процесі роботи пресове сукно 3 забруднюється, що призводить до зниження вологопропускної властивості. Тому пресове сукно очищують за допомогою сукномийки 6, яка створює вакуум 30 кПа. Також в процесі роботи пресове сукно розтягується. Тому для підтримання постійного натягу сукна використовують сукнонатяжку 5.

## Б.2 Аналіз технологічного процесу пресування картонного полотна як об'єкта автоматизації та формування задач автоматизації

Основними регулювальними параметрами пресу є сила притискання між валами пресу, натяг пресового сукна, вакуум у сукномийці та кінцева сухість паперового полотна.

Сила притискання між валами пресу залежить від тиску у пневмоприжимі, який регулюється витратою повітря. Вакуум у сукномийці регулюється витратою відсмоктуючого повітря. Кінцева сухість паперового

					ЛН82мп.705503.001 ПЗ	Арк.
Зм.	Арк.	№ докум.	Піпис	Дата		133

полотна регулюється за рахунок температури нагріву верхнього валу. Натяг сукна регулюється працівником при засвічуванні сигнальної лампи. Температура поверхні лоцильного циліндра контролюється витратою пари. Необхідний об'єм автоматизації виробництва, визначений на підставі аналізу технологічної схеми, норм технологічного режиму та апаратурного оформлення технологічного процесу, подано у таблиці Б.2.1

Таблиця Б.2.1 – Необхідний об'єм автоматизації виробництва

№ п/п	Найменування стадії процесу (технологічний об'єкт), місце заміру параметра	Найменування параметра, що контролюється чи регулюється	Норми техно- логічного режиму та допустимі відхилення	Вимоги до схеми автоматизації (контроль, регулювання, сигналізація)
1	Пневмокамера	Сила притискання між першим відсмоктуючим пресом та лоцильним циліндром	0,32 МПа	Регулювання
2	Сукнонатяжка	Натяг пресового сукна	1...2 кН/м	Сигналізація
3	Сукномийка	Вакуум в сукномийці	35 кПа	Регулювання
4	Біля паперового полотна	Кінцева вологість паперового полотна	51 %	Регулювання

### Б.3 Опис розроблюваної системи керування процесом пресування картонного полотна

Автоматична система вимірювання вологості паперового полотна складається з вологоміру „Роса” (1-1), електронного блока перетворювача (1-2), автоматичного міліамперметра КСУ – 2(1-3), електронного регулятора РП2 – Т(1-4)

Автоматична система сукнонатяжки складається з мікровимикача МП1 – 10 (2-1) та сигнальної лампи ЛС – 127.

Автоматична система притискання валів пресу складається з перетворювача тиску „Сафір – 22ДИ – ВН” (3-1), автоматичного міліамперметра КСУ – 2 (3-2) та електронного регулятора РП2 – Т (3-3), сигнал з якого поступає на ВМ– (3-4).

Контур 4 аналогічний попередньому.

					ЛН82мп.705503.001 ПЗ	Арк.
						135
Зм.	Арк.	№ докум.	Піпис	Дата		

#### Б.4 Специфікація устаткування, виробів і матеріалів

Специфікацію устаткування, виробів і матеріалів подано у таблиці Б.4.1.

					ЛН82мп.705503.001 ПЗ	Арк.
Зм.	Арк.	№ докум.	Піпис	Дата		136

Таблиця Б.4.1 – Специфікація устаткування, виробів і матеріалів

Позиція на схемі	Назва параметра	Середовище, місце відбору інформації	Граничне значення параметра	Місце монтажу	Назва, технічна характеристика	Тип, марка моделі	Код	Завод-виробник	Кількість	Маса одиниці, кг
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
УСТАТКУВАННЯ ТА ПРИЛАДИ										
1-1	Вологість	Паперове полотно	46 %	Біля паперового полотна	Первинний перетворювач вологоміра «Роса»	«Роса»-1		АТ «Завод Старорусприбор», м.Стара Руса	1 од.	0,45
1-2	Те саме	Те саме	Те саме	Те саме	Електр. блок вологоміра «Роса», $I_{\text{вих}}=0\ldots 5 \text{ мА}$	«Роса»-2		Те саме	1 од.	8
1-3	— " —	— " —	— " —	Щит керування	Автоматичний міліамперметр	КСУ-2		Луцький приладобудівний з-д, м. Луцьк	1 од.	0,2
1-4	— " —	— " —	— " —	Щит Керування	Електронний регулятор, $I_{\text{вих}}=0\ldots 5 \text{ мА}$	РП2-Т		«Завод електр. исполн. механізмів», м. Чебоксари	1 од.	10
2-1	Переміщення сукна	Пресове сукно	1 кН/м	Сукно-натяжка	Мікровимикач	МП1-10		Завод „Льмарине”, м. Таллінн	1 од.	0,05
2-2				Місцевий	Датчик положення	УП2-18-1		ВО «Геофізприлад», м.Івано-Франківськ	1 од.	0,05

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
3-2	— " —	— " —	— " —	Щит керування	Автоматичний міліамперметр	КСУ-2		Луцький приладобудівний з- д, м. Луцьк	1 од.	0,2
3-3	— " —	— " —	— " —	Щит керування	Електронний регулятор,  $I_{вих}=0...5 \text{ мА}$	РП2-Т		«Завод  електр. исполн. механизмов», м. Чебоксари	1 од.	10
3-4	— " —	— " —	— " —	Пневно- привід	Механізм виконавчий електродвигунний, одно- обертовий: 16 – номін. момент валу, Нм; 30 – номін. значення часу ходу валу, с; 0,25 – номінальне значення ходу, оберт	МЭО- 16/30- -0,25-99		МЗТА,  м. Москва	1 од.	3,6
4-1	Вакуум	Сукно- мийка	35 кПа	Сукномийка	Перетворювач тиску тензометричний,  $I_{вих}=0...5 \text{ мА}$	Сафір22- ДИ-ВН		ВО"Геофізприлад", м. Івано-Франківськ	1 од.	8
4-2	— " —	— " —	— " —	Щит керування	Автоматичний міліамперметр	КСУ-2		Луцький приладобудівний з-д, м. Луцьк	1 од.	0,2

Продовження таблиці Б.4.1

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
4-3	— " —	— " —	— " —	Щит керування	Електронний регулятор, $I_{вих}=0...5$ мА	РП2-Т		«Завод електр. исполн. механизмов», м. Чебоксари	1 од.	10
4-4	— " —	— " —	— " —	Пневно- привід	Механізм виконавчий електродвигунний, одно- обертовий: 16 – номін. момент валу, Нм; 30 – номін. значення часу ходу валу, с; 0,25 – номінальне значення ходу, оберт	МЭО- 16/30- -0,25-99		МЗТА, м. Москва	1 од.	8
ЕЛЕКТРОАПАРАТИ										
МП1	Вологість	—	—	Щит керування	Вимірювач вологості; клас точності 1	«Роса»-1		АТ "Завод Старорусприбор" м. Стара Руса	1 од.	3,2
HL3	Переміщення сукна	—	—	Щит керування	Лампа сигнальна із зеленим індикатором	ЛС 47-1		«ЛЕК Україна», м. Київ	1 од.	0,12

## Висновок

Під час виконання даного розділу дипломного проекту було розроблено схему автоматизації пресової частини картоноробної машини.

В ході виконання даного розділу виконано опис технологічної схеми процесу пресування картонного полотна; зроблено аналіз технологічного процесу як об'єкта автоматизації та сформульовано задачі автоматизації (на підставі аналізу технологічної схеми, норм технологічного режиму та апаратного оформлення технологічного процесу визначено необхідний об'єм автоматизації виробництва, а також здійснено обґрунтований вибір параметрів контролю, регульованих параметрів і регульовальних впливів); виконано опис розробленої системи керування; складено специфікацію устаткування, виробів і матеріалів, використаних у схемі автоматизації.

Під час виконання даного розділу дипломного проекту розроблено схему автоматизації, виконану згідно з вимогами стандарту ДСТУ Б А. 2. 4.–3–95 (Міждержавний стандарт ГОСТ 21.408 – 93) у вигляді креслення на аркуші формату А1.

Проект був виконаний за допомогою системи графічного моделювання „Компас – 3D”.

Розроблена в результаті виконання даного дипломного проекту схема автоматизації пресової частини картоноробної машини може бути впроваджена в технологічну лінію папероробного та картоноробного цехів Київського картонно-паперового комбінату.

					ЛН82мп.705503.001 ПЗ	Арк.
Зм.	Арк.	№ докум.	Піпис	Дата		140



Додаток В

Документація до патентного дослідження

					ЛН82мп.705503.001 ПЗ	Арк.
						141
Зм.	Арк.	№ докум.	Піпис	Дата		

Предмет пошуку – пресо́ва частина картоно́робної маши́ни, прес, пресовий вал.

Мета пошуку – визначення патентоспроможності проєктованого апарата й визначення тенденцій розвитку даного напрямку в техніці.

Встановлюємо такі держави пошуку: Україна, Російська Федерація, США, Німеччина, Франція, Японія, Швейцарія, Фінляндія.

Термін дії патенту на винахід в Україні – 10 років, тому регламент пошуку встановлюємо такий: 2009–2019 рр.

Класифікаційні індекси:

- міжнародна патентна класифікація: МПК5, МПК6, МПК7 – D 21 F 3/00, D 21 F 3/08, D 21 F 3/10, D 21 F 3/02, D 21 F 3/04;

- уніфікована десяткова класифікація: УДК 621.9, 621.927.3, 621.928, 621.928.028, 621.928.3, 622.2, 676.1.

Джерела інформації:

- патентна інформація: описи до винаходів, офіційні патентні бюлетені Держпатенту України, Роспатенту та США.

- науково-технічна інформація: підручники й навчальні посібники з курсу устаткування для підготовки паперової маси.

Суттєвими ознаками апарата є: пресові вали; нескінченно довгі пресові сукна; притискні вали; сукнонатяжні, сукноправильні та сукнорозгінні вали.

					ЛН82мп.705503.001 ПЗ	Арк.
Зм.	Арк.	№ докум.	Піпис	Дата		142

Таблиця В.1 – Патентна документація, відібрана для подальшого аналізу

Предмет пошуку	Документи та об'єкти промислової власності	
	Бібліографічні дані	Відомості про їх дію
1	2	3
Пресова частина паперо- та картоноробної машини	Патент №118756 (UA) МПК (2017) D21F 3/00 Пресова частина паперо- та картоноробної машини Бобела , Зайцев - заявка № u201701987 , 01.03.2017; опубл 28.08.2017	Діє
Прес картоноробної машини	Патент №89260 (UA) МПК (2014) D21F 3/00 Прес картоноробної машини Гузь , Новохат – заявка № u201314083 , 03.12.2013 ; опуб 10.04.2014	Діє
Пресова частина паперо- та картоноробної машини	Патент №94266 (UA) МПК (2014) D21F 3/00 Пресова частина паперо- та картоноробної машини Мельник , Федорук – заявка № u201404561 , 28.04.2014 ; Опуб 10.11.2014	Діє

Продовження таблиці В.1

Пресування і сушіння повітрям	Патент №0149405 (US) МПК (2004) D21F 3/02 Paper machine and method of dewatering a fiber webusing displacement pressing and through air David Beck , заявка №20040149405 , 31.06.2013 ; Опуб 5.08.2014	Діє
Прес-секція	Патент №0170651 (US) МПК (2010) D21F 11/00 Press section and permeable belt in a paper Taylor , заявка №20100170651, 17.03.2010 ; Опуб 08.06.2010	Діє

Таблиця В.2 – Регламент пошуку

Предмет пошуку (ОГД, його складові частини)	Мета пошуку інформації	Держава пошуку	Класифікаційні індекси МПК, МПКЗ, МКТП, УДК	Ретро-спективність пошуку	Джерела інформації
Прес картоноробної машини	Визначення патенто-спроможності проєктованої частини й визначення тенденцій розвитку даного напрямку в техніці	Україна, Російська Федерація, США, Велика Британія, Німеччина, ФРН, НДР, Фінляндія, Польща, ПНР, Болгарія, НРБ, Швеція, Франція, Японія	МПКЗ-МПК7 – D 21 F3/00,	2009 – 2019	Чичаев В. А. Оборудование целлюлозно-бумажного производства. Т.2. – М.: Лесная промышленность, 1981. – С. 264 Эйдлин М. Я. Бумагоделательные и отделочные машины. 1970. – С. 623 Эйдлин И.Я. Бумагоделательные и отделочные машины, изд.3-е,испр. и доп., Лесная промышленность, 1970 – 624с.

Таблиця В.3 – Джерела інформації, використані під час проведення пошуку

Предмет пошуку (ОГД, його складові частини)	Держава пошуку	Класифікаційні індекси МПК, МПКЗ, МКТП, УДК	Інформаційна база, використана під час пошуку	Бібліографічні дані першого та останнього за хронологією джерела інформації	
				патентна інформація	інша науково-технічна інформація
Прес картоноробної машини	Україна, Російська Федерація, США, Велика Британія, Німеччина, ФРН, НДР, Фінляндія, Польща, ПНР, Болгарія, НРБ, Швеція, Франція, Японія	МПКЗ-МПК7 –D 21 F3/00,	Фонд ”КПІ ім Ігоря Сікорського”; Державний патентний фонд	Описи винаходів патентів України №№ 1–41000. Описи корисних моделей патентів України №№ 1–1050. Описи винаходів патентів Російської Федерації №№ 2000000–2140000.	Чичаев В. А. Оборудование целлюлозно-бумажного производства. Т.2.– М.: Лесная промышленность, 1981. – С. 264 Эйдлин М. Я. Бумагоделательные и отделочные машины. 1970.– С. 623

Продовження таблиці В.3

Предмет пошуку (ОГД, його складові частини)	Держава пошуку	Класифікаційні індекси МПК, МПКЗ, МКТП, УДК	Інформаційна база, використана під час пошуку	Бібліографічні дані першого та останнього за хронологією джерела інформації	
				патентна інформація	інша науково-технічна інформація
				Офіційний бюлетень “Промислова власність” 1993–2019 рр. Офіційні бюлетені “Открытия. Изобретения”, “Полезные модели”, “Изобретения за рубежом”, “Изобретения стран мира”	

Таблиця В.4 – Інша науково-технічна документація, відібрана для подальшого аналізу

ОГД, його складові частини	Джерела інформації	Бібліографічні дані
Прес картоноробної машини	Чичаев В. А. Оборудование целлюлозно-бумажного производства Т.2	М.: Лесная промышленность, 1981. – С. 83
Прес картоноробної машини	Эйдлин М. Я. Бумагоделательные и отделочные машины	1970. – С. 202-206
Прес картоноробної машини	Примаков С.П .Технологія паперу і картону	Київ: ЕКМО 2002



Додаток Г

Патенти, які використані в патентному дослідженні

					ЛН82мп.705503.001 ПЗ	Арк.
Зм.	Арк.	№ докум.	Піпис	Дата		149



УКРАЇНА

(19) UA

(11) 89260

(13) C2

(51) МПК (2009)

B30B 1/26

B30B 15/00

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ  
І НАУКИ УКРАЇНИДЕРЖАВНИЙ ДЕПАРТАМЕНТ  
ІНТЕЛЕКТУАЛЬНОЇ  
ВЛАСНОСТІОПИС  
ДО ПАТЕНТУ НА ВИНАХІД

(54) МЕХАНІЧНИЙ БЕЗМУФТОВИЙ ПРЕС

1

(21) а200803872  
(22) 27.03.2008  
(24) 11.01.2010  
(46) 11.01.2010, Бюл.№ 1, 2010 р.  
(72) ЗАПОРОЖЧЕНКО ВІТАЛІЙ СЕРГІЙОВИЧ  
(73) СУМСЬКИЙ ДЕРЖАВНИЙ УНІВЕРСИТЕТ  
(56) SU 1400892 A1; 07.06.1988  
UA 200607853 A; 25.01.2008  
GB 2230219 A; 17.10.1990  
UA 18800 U; 15.11.2006  
UA 34111 A; 15.02.2001  
DD 230202 A3; 27.11.1985  
DE 8127545 U1; 14.04.1983  
RU 2219059 C2; 10.12.2003  
UA 61474 A; 17.11.2003  
(57) Механічний безмуфтовий прес, що складається зі станини, кривошипного вала, змонтованого в підшипникових опорах станини і зв'язаного з електродвигуном за допомогою маховика та гнучкого зв'язку, встановленої на шипу кривошипного вала

2

ексцентрикової втулки, яка має ексцентриситет, що дорівнює радіусу кривошипа, і охоплюється великою головкою шатуна, а в її тілі в радіальному напрямку виконаний отвір, де розміщено регулювальний гвинт, пружину та фіксатор, напроти якого на зовнішній циліндричній поверхні шипа кривошипного вала виконано заглиблення, повзуна, розташованого у вертикальних напрямних станини і з'єднаного з шатуном та урівноважувачем, а також засобу вмикання преса у вигляді висувного упора, розміщеного в радіальному напрямку і з'єднаного штоком з приводом, який відрізняється тим, що до ексцентрикової втулки жорстко приєднаний рухомий упор з можливістю взаємодії його з висувним упором, величина ходу (S) якого не менша за ширину (A) поверхні рухомого упора, призначеної для контакту з відповідною поверхнею висувного упора, причому між поверхнями контакту упорів розміщений пружний елемент - амортизатор.

Винахід відноситься до галузі обробки металів тиском, а саме до ковальсько-пресового машинобудування, і може бути застосованим в механічних пресах, які використовуються в штампувальному виробництві.

Відомі механічні безмуфтові преси, які складаються зі станини, кривошипного вала, який змонтовано в підшипникових опорах станини і зв'язано з електродвигуном за допомогою маховика та гнучкого зв'язку, ексцентрикової втулки, ексцентриситет якої дорівнює радіусу кривошипа, встановленої на шипі кривошипного вала і охопленої великою головкою шатуна, а в її тілі в радіальному напрямку виконано отвір, в якому розміщено регулювальний гвинт, пружину та фіксатор, напроти якого в зовнішній циліндричній поверхні шипа кривошипного вала виконано конічну лунку, повзуна, розташованого у вертикальних напрямних станини і з'єднаного з шатуном, урівноважувача повзуна, а також засобу вмикання преса у вигляді рухомого клинового упора, з'єднаного штоком з приводним силовим циліндром (Патент України на винахід

№34111 А, Механічний безмуфтовий прес, МПК B30B 15/00, 2001 рік).

Недоліками аналогів є значна величина ходу клинового упора приблизно 100-200мм, що збільшує габаритні розміри відомого механізму вмикання, закріпленого згори над шатуном, великі втрати енергії на вмикання робочого ходу преса через значні сили тертя між клином та плоскими поверхнями шатуна й ексцентрикової втулки, можливість заклинення клинового упора при малому куті нахилу його скосу і залежність швидкості підйому та опускання клина від напрямку обертання кривошипа разом з ексцентриковою втулкою. Наскрізна порожнина з похилою стінкою, виконана у великій головці шатуна, суттєво послаблює міцність останнього, що зменшує надійність роботи відомого обладнання.

Відомий механічний безмуфтовий прес, прийнятий за прототип, має станину, кривошипний вал, який змонтовано в підшипникових опорах станини і пов'язано з електродвигуном за допомогою маховика та гнучкого зв'язку, ексцентрикову

(13) C2

(11) 89260

(19) UA

втулку, що встановлена на шипу кривошипного вала, має ексцентриситет, рівний радіусу кривошипа, і охоплюється великою головкою шатуна, а в її тілі в радіальному напрямку виконано отвір, в якому розміщено регулювальний гвинт, пружину та фіксатор, напроти якого в зовнішній циліндричній поверхні шипа кривошипного вала виконано конічну лунку, повзун, розташований у вертикальних напрямних станини і з'єднаний із шатуном, урівноважувач повзуна, а також засіб вмикання преса у вигляді рухомого упора, з'єданого штоком з приводом і розміщеного в радіальному напрямку з можливістю переміщення в заглиблення, яке виконано на зовнішній циліндричній поверхні ексцентрикової втулки у вигляді паза змінної глибини, який поступово заглиблений від зовнішньої циліндричної поверхні ексцентрикової втулки до торця паза, з яким має контакт кінець висунутого рухомого упора (див. патент України на винахід №61474А, Механічний безмуфтовий прес, МПК В30В 15/00, 2003 рік).

Недоліками прототипу є складність конструкції, зумовлена розміщенням безмуфтової системи вмикання відомого механічного преса всередині великої головки шатуна, ненадійність роботи через послаблення ексцентрикової втулки пазом змінної глибини й тіла шатуна поперечним отвором, а також підвищені втрати енергії на тертя між рухомих упором та контактними поверхнями поперечного отвору в шатуні. Крім того, використання в якості приводу силового електромагніту також збільшує втрати енергії, оскільки відомо, що між величиною зусилля електромагніту та значенням струму існує квадратична залежність, тобто при збільшенні зусилля в 2 рази величина струму, а відповідно, втрати енергії і розміри електромагніту, збільшуються в 4 рази. Відомий безмуфтовий механізм вмикання, вмонтований у порожнині великої головки шатуна, є важкодоступним при обслуговуванні, налагодженні та ремонті. Наскрізна порожнина, виконана у великій головці шатуна, значно послаблює міцність останнього, а паз змінної глибини зменшує площу контактної циліндричної поверхні ексцентрикової втулки десь на 25%, що збільшує приблизно на чверть контактні напруження на поверхні контакту між втулкою та внутрішнім отвором у великій головці шатуна під час робочого ходу повзуна і погіршує умови центрування цих деталей одна відносно одної. Все це зменшує надійність роботи відомого преса.

Таким чином, відомий прес має складну і недостатньо надійну конструкцію безмуфтової системи вмикання, характеризується значними втратами енергії на тертя рухомих елементів.

В основу винаходу поставлено задачу спрощення конструкції безмуфтової системи вмикання механічного преса та підвищення надійності його роботи.

Поставлена задача досягається тим, що у відомому пресі, що складається зі станини, кривошипного вала, змонтованого в підшипникових опорах станини і зв'язаного з електродвигуном за допомогою маховика та гнучкого зв'язку, встановленої на шипу кривошипного вала ексцентрикової втулки, яка має ексцентриситет, що дорівнює раді-

усу кривошипа, і охоплюється великою головкою шатуна, а в її тілі в радіальному напрямку виконаний отвір, де розміщено регулювальний гвинт, пружину та фіксатор, напроти якого на зовнішній циліндричній поверхні шипа кривошипного вала виконано заглиблення, повзуна, розташованого у вертикальних напрямних станини і з'єданого з шатуном та урівноважувачем, а також засобу вмикання преса у вигляді висувного упора, розміщеного в радіальному напрямку і з'єданого штоком з приводом, згідно винаходу, до ексцентрикової втулки прикріплений рухомий упор з можливістю взаємодії його з висувним упором, величина ходу якого не менша за ширину рухомого упора, і між поверхнями контакту упорів розміщений пружний елемент - амортизатор.

Характер удосконалення, як виходить із формули винаходу, полягає в змінюванні конструкції та розміщення рухомого й висувного упорів, ексцентрикової втулки і шатуна. Перший прикріплений до зовнішньої циліндричної або торцевої поверхні ексцентрикової втулки напроти висувного упора, а останній розміщено зовні на поверхні шатуна з можливістю переміщення уздовж його поздовжньої осі, виконано у вигляді призматичного тіла з прямокутним поперечним перерізом і з'єднано штоком з приводом. Між поверхнями контакту упорів встановлено пружний елемент - амортизатор, який може бути прикріпленим до контактної поверхні рухомого чи висувного упорів.

Сполука ознак, що пропонується в формулі винаходу, забезпечує отримання нового, невідомого раніше ефекту у вигляді нової конструкції механічного безмуфтового преса, який має підвищену надійність в роботі за рахунок спрощення конструкції та зменшення втрат енергії на тертя при переміщенні рухомих елементів у системі його вмикання.

Винахід пояснюється кресленнями, де на Фіг.1 зображено загальний вигляд запропонованого механічного безмуфтового преса, на Фіг.2 показано велику головку шатуна з рухомих упором, що виступає за зовнішню циліндричну поверхню ексцентрикової втулки, при робочому ході повзуна преса, а на Фіг.3 - при холостому обертанні приводу і нерухомому повзуні. На Фіг.4 наведено велику головку шатуна заявленого преса з рухомих упором, що виступає над плоскою торцевою поверхнею ексцентрикової втулки, при робочому ході повзуна преса, а на Фіг.5 - при холостому обертанні приводу і нерухомому повзуні. На Фіг.6 зображено схему розміщення рухомого та висувного упорів перед зупинкою ексцентрикової втулки і початком робочого ходу повзуна преса, коли рухомий упор виступає за зовнішню циліндричну поверхню втулки на величину А, а на Фіг.7 - коли рухомий упор вище плоскої торцевої поверхні ексцентрикової втулки на величину Н.

Механічний безмуфтовий прес (див. Фіг.1) складається із станини 1, на якій встановлено електродвигун 2, що зв'язано гнучким зв'язком 3, наприклад клинопасовою передачею, з маховиком 4. Маховик 4 жорстко з'єднано з кривошипним валом 5, який змонтовано в підшипникових опорах (на схемах умовно не зображені) станини 1. На шипу



УКРАЇНА

(19) **UA** (11) **118756** (13) **U**

(51) МПК (2017.01)

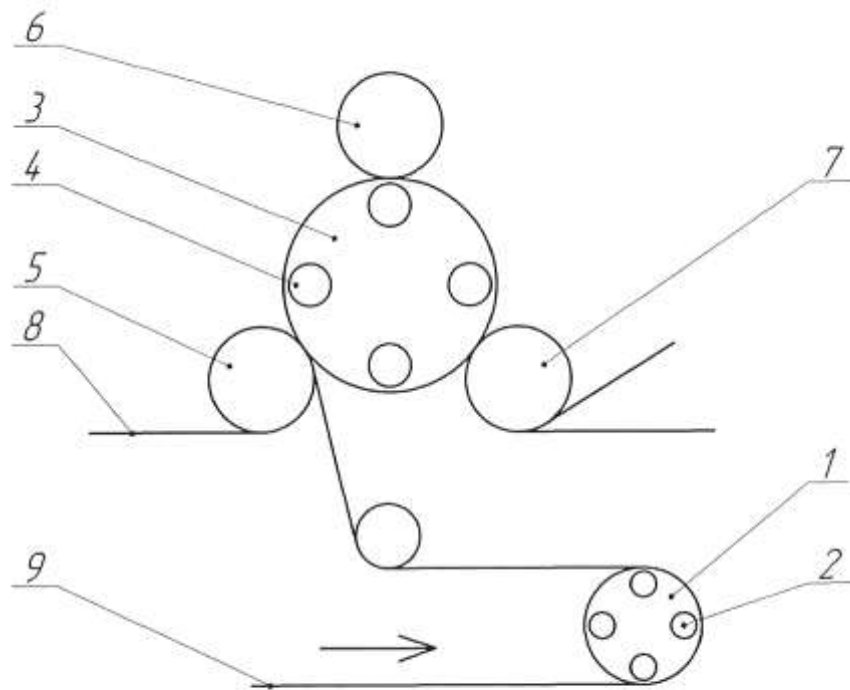
**D21F 3/00****D21F 3/08** (2006.01)**D21F 3/10** (2006.01)МІНІСТЕРСТВО  
ЕКОНОМІЧНОГО  
РОЗВИТКУ І ТОРГІВЛІ  
УКРАЇНИ**(12) ОПИС ДО ПАТЕНТУ НА КОРИСНУ МОДЕЛЬ**

<b>(21)</b> Номер заявки: <b>u 2017 01987</b>	<b>(72)</b> Винахідник(и): <b>Бобела Світлана Олександрівна (UA),</b> <b>Зайцев Сергій Володимирович (UA)</b>
<b>(22)</b> Дата подання заявки: <b>01.03.2017</b>	<b>(73)</b> Власник(и): <b>Бобела Світлана Олександрівна,</b> вул. Металістів, 8, кв. 5-13, м. Київ, 03057 (UA), <b>Зайцев Сергій Володимирович,</b> вул. Героїв Дніпра, 19, кв. 306, м. Київ, 04209 (UA)
<b>(24)</b> Дата, з якої є чинними права на корисну модель: <b>28.08.2017</b>	
<b>(46)</b> Публікація відомостей про видачу патенту: <b>28.08.2017, Бюл.№ 16</b>	

**(54) ПРЕСОВА ЧАСТИНА ПАПЕРО- ТА КАРТОНОРОБНОЇ МАШИНИ****(57) Реферат:**

Пресова частина папери- та картоноробної машини має центральний вал, що має нагрівальні елементи, віджимні вали, пресове сукно. Додатково має поворотний вал з нагрівальними елементами, який розташований перед системою пресових захватів, проходячи через який відбувається підігрів паперового полотна, що дозволяє значно інтенсифікувати процес пресування в пресових захватах і, як результат, підвищити кінцеву сухість паперового полотна.

**UA 118756 U**





ДЕРЖАВНА СЛУЖБА  
ІНТЕЛЕКТУАЛЬНОЇ  
ВЛАСНОСТІ  
УКРАЇНИ

УКРАЇНА

(19) **UA** (11) **94266** (13) **U**  
(51) МПК (2014.01)  
**D21F 3/00**

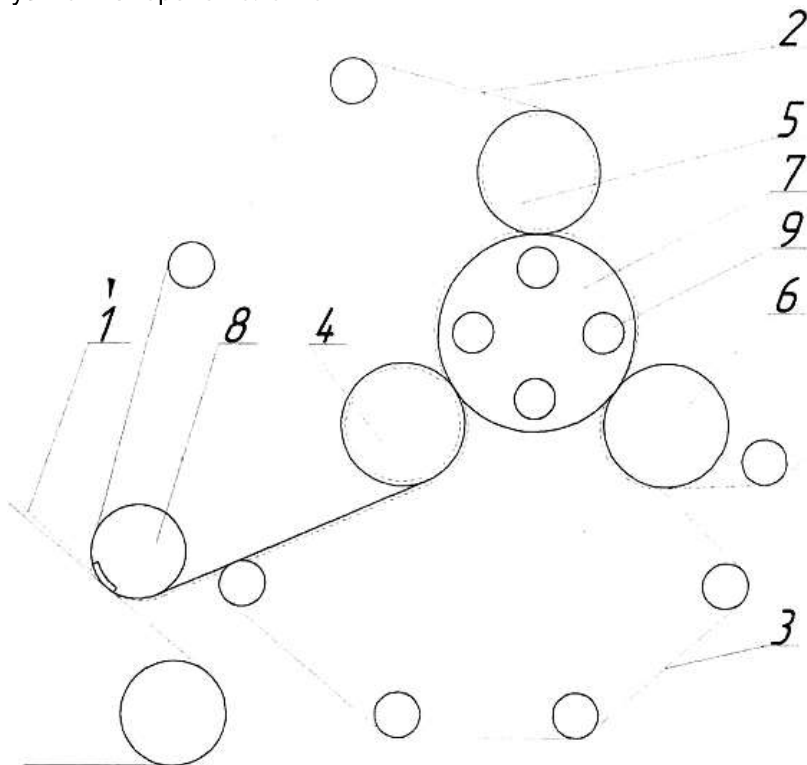
## (12) ОПИС ДО ПАТЕНТУ НА КОРИСНУ МОДЕЛЬ

(21) Номер заявки: <b>u 2014 04561</b>	(72) Винахідник(и): <b>Мельник Олександр Петрович (UA), Федорук Андрій Володимирович (UA)</b>
(22) Дата подання заявки: <b>28.04.2014</b>	(73) Власник(и): <b>Мельник Олександр Петрович, пров. Бастіонний, 7, кв. 45, м. Київ-014, 01014 (UA), Федорук Андрій Володимирович, вул. Борщагівська, 146, кв. 5-04, м. Київ-056, 03056 (UA)</b>
(24) Дата, з якої є чинними права на корисну модель: <b>10.11.2014</b>	
(46) Публікація відомостей про видачу патенту: <b>10.11.2014, Бюл.№ 21</b>	

## (54) ПРЕСОВА ЧАСТИНА ПАПЕРО- ТА КАРТОНОРОБНОЇ МАШИНИ

### (57) Реферат:

Пресова частина папери- та картоноробної машини містить верхнє та нижнє пресові сукна, центральний вал, жолобчаті віджимні вали, гладкий гумований віджимний вал, пересмоктувальний вал. Центральний вал має внутрішню порожнину, в якій розміщені нагрівальні елементи, а до його зовнішньої поверхні притискаються два жолобчаті віджимні вали та гладкий гумований віджимний вал, що створюють три пресові захвати, проходячи через які, відпресовується паперове полотно.



UA 94266 U

Корисна модель належить до обладнання целюлозно-паперового виробництва, зокрема до пристроїв для пресування паперового полотна в технологічній лінії виробництва паперу та інших волокнистих матеріалів, і може бути використана в целюлозно-паперовій промисловості.

Найбільш близькою за технологічною суттю до пропонованого технічного рішення є пресова частина [1], яка складається з двох віджимних жолобчатих валів та гнучкої стрічки, що розміщена на несучій опорі з трьома притискними колодками, які тиском мастила притискають сукна з папером до віджимних валів. У першому і другому захваті процес пресування проходить між двома сукнами.

Недоліком відомої конструкції є недостатня інтенсивність процесу пресування та зношування притискних колодок і, як наслідок, недостатня сухість паперового полотна після преса, а також додаткові економічні витрати на обслуговування притискних колодок.

В основу корисної моделі поставлено задачу підвищення кінцевої сухості паперового полотна, а також зменшення капітальних витрат.

Поставлена задача вирішується тим, що замість несучої опори з притискними колодками встановлюється центральний вал, який має внутрішню порожнину, в якій розміщені нагрівальні елементи, а до його зовнішньої поверхні притискаються два жолобчаті віджимні вали та гладкий гумований віджимний вал, що створюють три пресові захвати, проходячи через які, відпресовується паперове полотно.

Це дозволяє підвищити кінцеву сухість паперового полотна після преса, а також повністю усунути витрати на обслуговування системи притискних колодок.

Суть корисної моделі пояснюється кресленням, на якому зображено схему пресової частини паперо- та картоноробної машини.

Пресова частина складається з гарячого вала 7, жолобчатих віджимних валів 4 і 5, гладкого гумованого віджимного вала 6, верхнього сукна 2 та нижнього сукна 3, пересмоктувального вала 8, нагрівальних елементів 9.

Пресова частина працює наступним чином.

Паперове полотно 1 пересмоктується валом 8 на сукно 2 та покривається сукном 3, проходить через перший пресовий захват, утворений жолобчатим віджимним валом 4 та центральним валом 7, у внутрішній порожнині якого розташовані нагрівальні елементи 9. Після цього полотно, зажаті між двома сукнами, рухається до другого пресового захвата, утвореного жолобчатим віджимним валом 5 та центральним валом 7. Далі полотно разом із нижнім сукном 3, однак без верхнього сукна 2, рухається до третього пресового захвата, утвореного гладким гумованим віджимним валом 6 та центральним валом 7.

Запропонована конструкція дозволить підвищити кінцеву сухість паперового полотна після преса, а також покращити економічні показники.

Джерело інформації:

1. Патент № 54636 (UA), МПК D21F 3/00. Пресова частина паперо- та картоноробної машини / Марчевський Віктор Миколайович, Роост Ігор Георгійович.

#### 40 ФОРМУЛА КОРИСНОЇ МОДЕЛІ

Пресова частина паперо- та картоноробної машини, що містить верхнє та нижнє пресові сукна, жолобчаті віджимні вали, гладкий гумований віджимний вал, пересмоктувальний вал, яка **відрізняється** тим, що містить центральний вал, що має внутрішню порожнину, в якій розміщені нагрівальні елементи, а до його зовнішньої поверхні притискаються два жолобчаті віджимні вали та гладкий гумований віджимний вал, що створюють три пресові захвати, проходячи через які, відпресовується паперове полотно, що дозволяє значно підвищити кінцеву сухість паперового полотна.



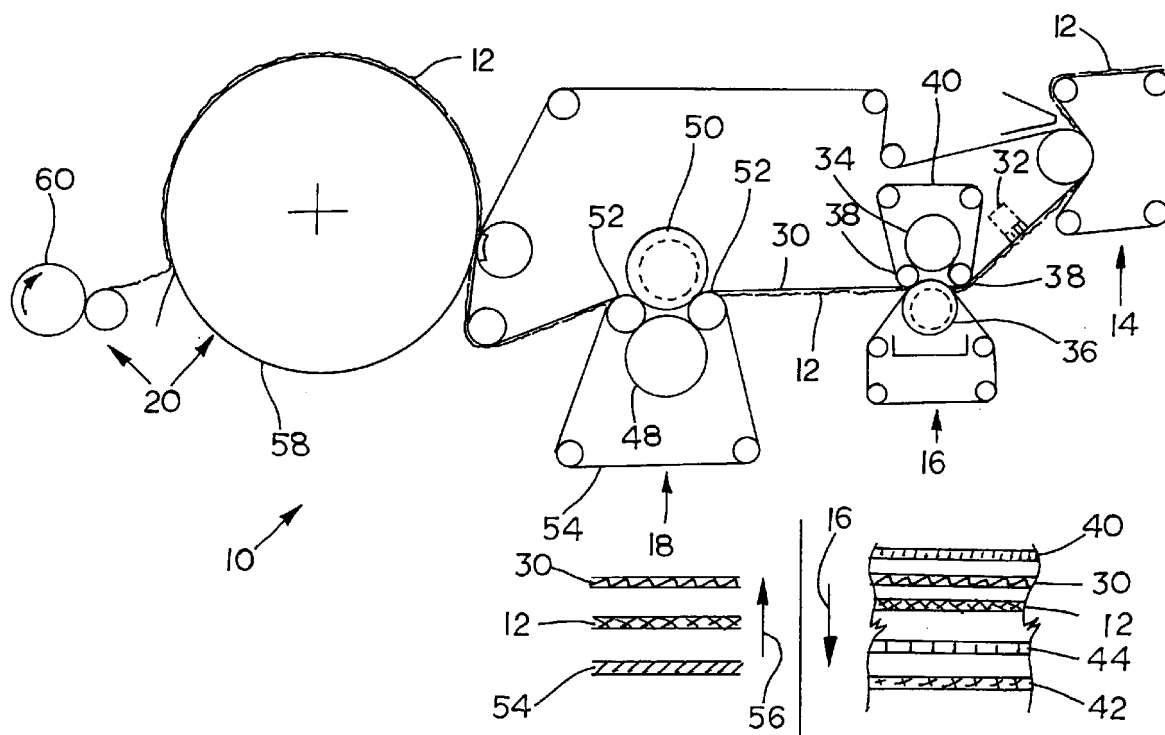
US 20040149405A1

(19) **United States**(12) **Patent Application Publication**  
**Beck**(10) **Pub. No.: US 2004/0149405 A1**  
(43) **Pub. Date: Aug. 5, 2004**(54) **PAPER MACHINE AND METHOD OF  
DEWATERING A FIBER WEB USING  
DISPLACEMENT PRESSING AND  
THROUGH AIR DRYING****Publication Classification**(51) **Int. Cl.<sup>7</sup>** ..... **D21F 3/02; D21F 5/18**(52) **U.S. Cl.** ..... **162/115; 162/290; 162/116;  
34/114**(76) **Inventor: David Beck, Appleton, WI (US)**Correspondence Address:  
**TAYLOR & AUST, P.C.**  
**142 S. Main St.**  
**P.O. Box 560**  
**Avilla, IN 46710 (US)**(21) **Appl. No.: 10/355,405**(22) **Filed: Jan. 31, 2003**

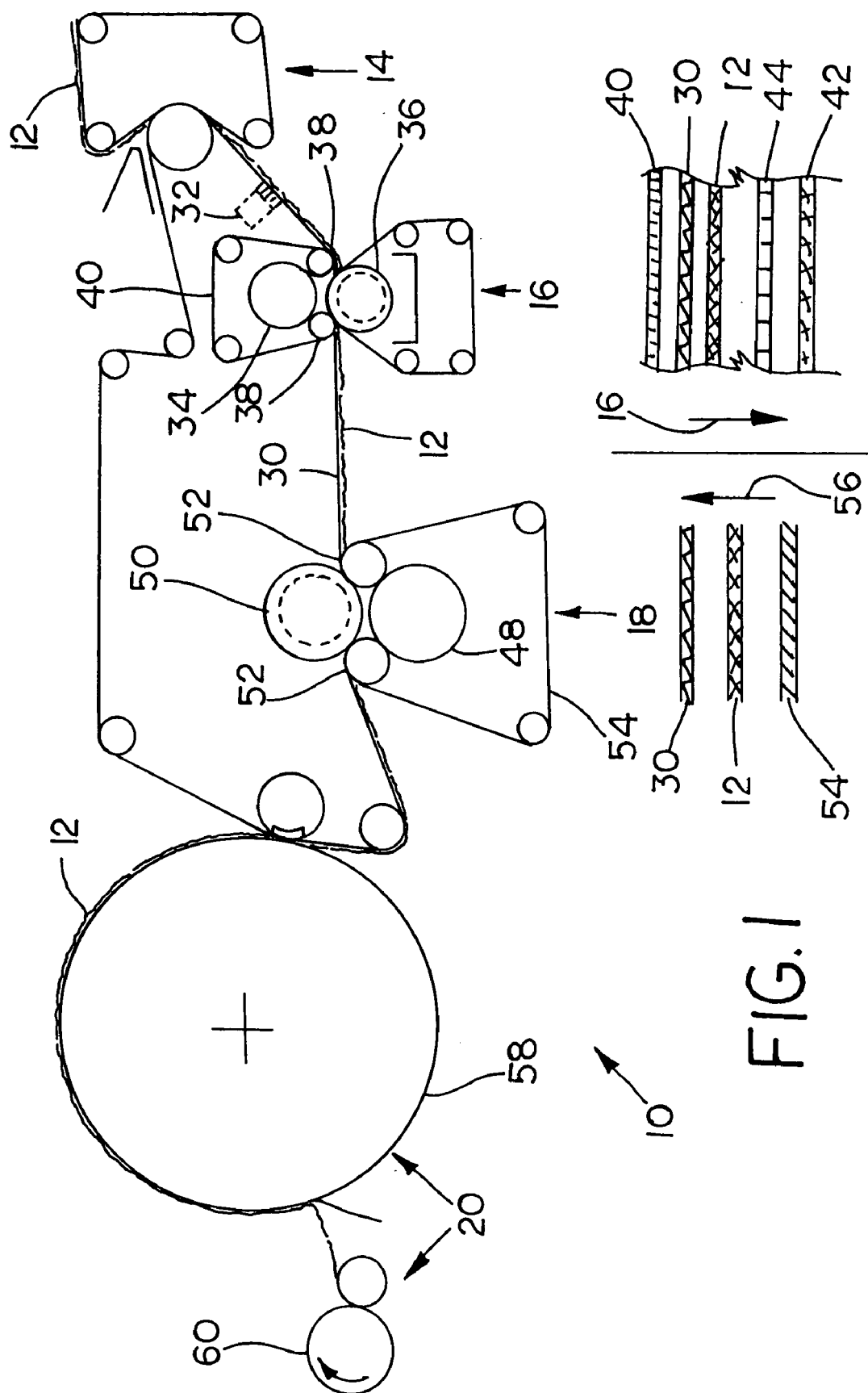
(57)

**ABSTRACT**

A method of dewatering a fiber web in a paper machine, includes the steps of: dewatering the fiber web in a forming section to a solids content of greater than approximately 10%; displacement pressing the fiber web in an air press assembly to a solids content of greater than approximately 40%; and through air drying the fiber web in at least one air press assembly to a higher solids content.





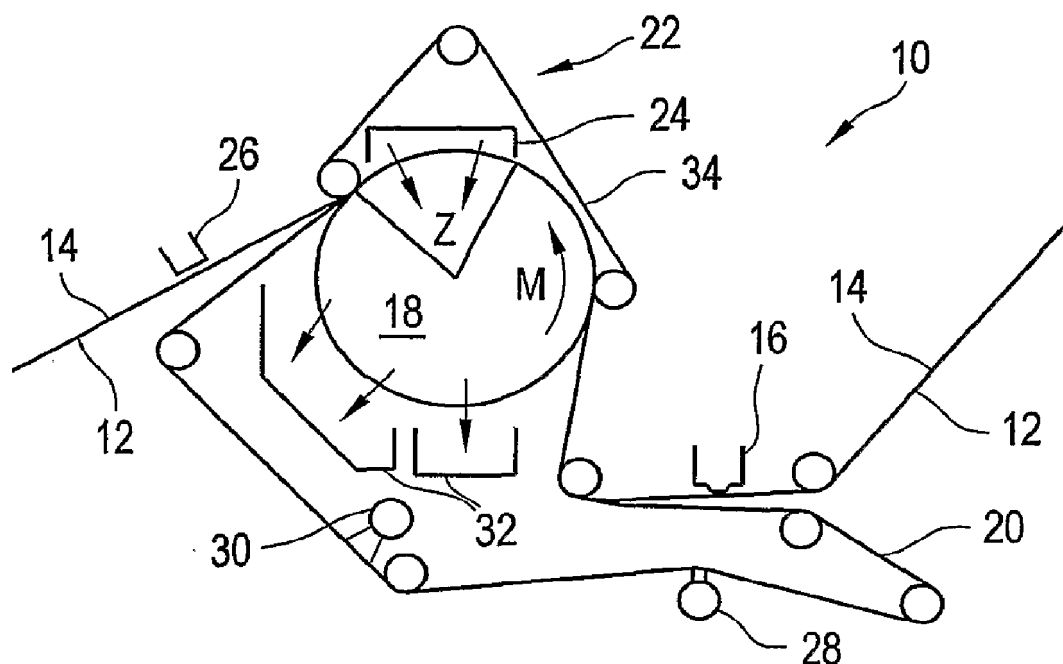




US 20100170651A1

(19) **United States**(12) **Patent Application Publication**  
**Scherb et al.**(10) **Pub. No.: US 2010/0170651 A1**  
(43) **Pub. Date: Jul. 8, 2010**(54) **PRESS SECTION AND PERMEABLE BELT IN  
A PAPER MACHINE****Publication Classification**(75) Inventors: **Thomas Thoröe Scherb**, Sao Paulo  
(BR); **Hubert Walkenhaus**, Kerpen  
(DE); **Jeffrey Herman**, Bala  
Cynwyd, PA (US); **Luiz Carlos  
Silva**, Campo Limpo (BR)(51) **Int. Cl.**  
**D21F 11/00**  
**D21F 3/08**(2006.01)  
(2006.01)(52) **U.S. Cl. .... 162/202; 162/358.1; 162/358.2;  
162/358.3**Correspondence Address:  
**TAYLOR & AUST, P.C.**  
**P.O. Box 560, 142. S Main Street**  
**Avilla, IN 46710 (US)**(73) Assignee: **Voith Paper Patent GmbH**(21) Appl. No.: **12/726,065**(22) Filed: **Mar. 17, 2010****Related U.S. Application Data**(62) Division of application No. 10/587,627, filed on Sep.  
4, 2007.(57) **ABSTRACT**

A pressing arrangement including at least one first fabric and second fabric both being permeable. A paper web is disposed between the first fabric and the second fabric. A pressure producing element is in contact with the first fabric. A support surface of a supporting structure is in contact with the second fabric. A differential pressure is provided between the first fabric and the support surface that acts on the first fabric, the paper web, and the second fabric, whereby the paper web is subjected to mechanical pressure and experiences a predetermined hydraulic pressure so as to cause water to be drained from the paper web. The pressing arrangement is structured and arranged to allow air to flow in a direction from the first fabric through the paper web and through the second fabric.



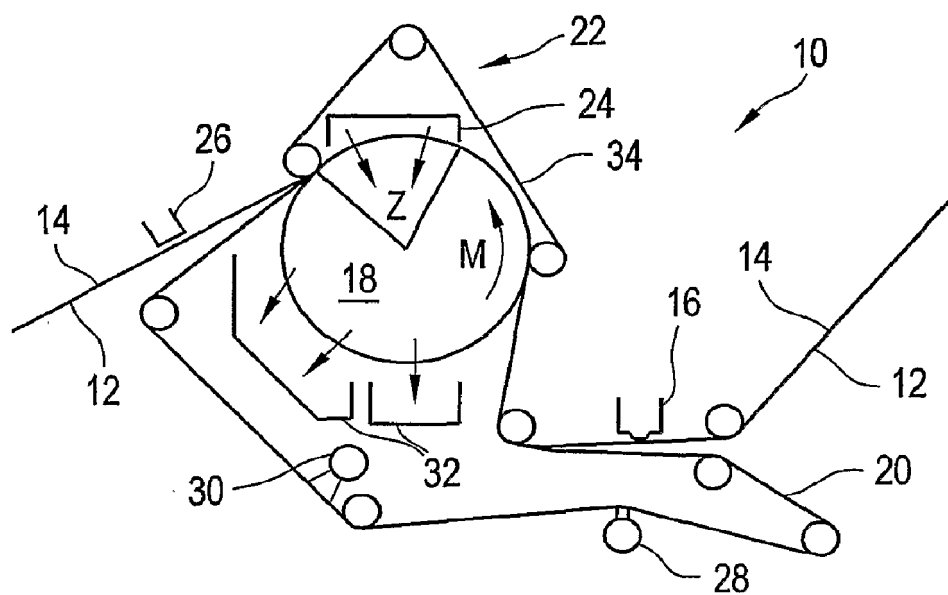


Fig.1

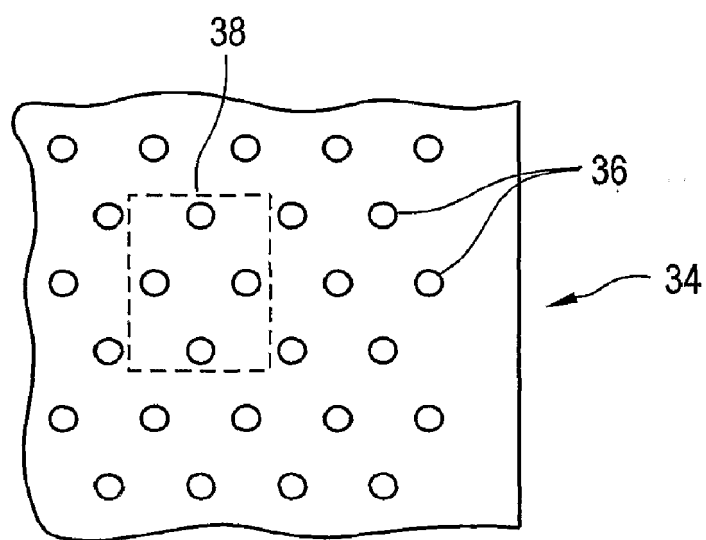


Fig.2

Додаток Д  
Публікації автора

					ЛН82мп.705503.001 ПЗ	Арк.
						160
Зм.	Арк.	№ докум.	Піпис	Дата		

## СПИСОК НАУКОВИХ ПРАЦЬ

асистента кафедри машин та апаратів хімічних і нафтопереробних виробництв

### ЯНОВСЬКОГО ДМИТРА ІГОРОВИЧА

1. Яновський Д.І, Новохат О.А. Визначення факторів впливу на процес пресування [Текст]: XV Міжнародна науково-практична конференція студентів, аспірантів і молодих вчених "Ресурсоенергозберігаючі технології та обладнання", м. Київ / Укладач Я.М. Корнієнко. - К.: «КПІ ім. Ігоря Сікорського», 2018. - 190 с (28-29 листопада 2018 р.)

2. Яновський Д.І., Новохат О.А. Застосування відсмоктувального гауч-вала [Текст]: XVI Міжнародна науково-практична конференція студентів, аспірантів і молодих вчених "Ресурсоенергозберігаючі технології та обладнання" (22-23 квітня 2019 р. м. Київ) / Укладач Я.М. Корнієнко. - К.: «КПІ ім. Ігоря Сікорського», 2019. - 129 с.

3. Яновський Д.І., Новохат О.А. Модернізація пресової частини [Текст]: XVI Міжнародна науково-практична конференція студентів, аспірантів і молодих вчених "Ресурсоенергозберігаючі технології та обладнання" (22-23 квітня 2019 р. м. Київ) / Укладач Я.М. Корнієнко. - К.: «КПІ ім. Ігоря Сікорського», 2019. - 147 с.

4. Пресова частина/ Яновський Д.І., Новохат О.А. Патент №137989.

5. Новохат О. А., Яновський Д. І. Способи інтенсифікації зневоднення картонного полотна // Міжнародний науковий журнал "Інтернаука". - 2019. - №13.

					ЛН82мп.705503.001 ПЗ	Арк.
Зм.	Арк.	№ докум.	Піпис	Дата		161

## ВИЗНАЧЕННЯ ФАКТОРІВ ВПЛИВУ НА ПРОЦЕС ПРЕСУВАННЯ

магістрант Яновський Д.І., к.т.н., ст. викл. Новохат О.А.

Національний технічний університет України

"Київський політехнічний інститут імені Ігоря Сікорського"

Пресування є одним з головних процесів під час виготовлення паперу та картону. Тому підвищення ефективності пресової частини, зниження її енергоспоживання, матеріалоспоживання, інтенсифікація зневоднення полотна на основі вдосконалення існуючих і створення принципів нових схем зневоднення є актуальною задачею.

Узагальнюючі дослідження пресової частини, проведені Н.Е. Новіковим, показали, що розвиток схем пресування супроводжується одночасним збільшенням силового і динамічного впливу на конструкцію [1]. Це призводить до необхідності забезпечення не тільки ступеня, а й рівномірності зневоднення. Тому в сучасних машинах необхідно обов'язково встановлювати сканери вологості по всій ширині полотна.

Процес зневоднення паперового полотна в системі папір-сукно взаємопов'язаний з процесом деформування облицювання пресового вала. При роботі преса відбувається розігрів еластичного шару за рахунок сил в'язкого тертя, викликаних циклічним характером прикладання навантаження. Температурне поле, що виникає в шарі, впливає як на властивості матеріалу, так і на напружено-деформований стан в шарі.

Необхідний режим зневоднення паперового полотна конструктивно забезпечується надійною роботою облицювального шару. Важливим чинником, що знижує працездатність облицювань, є температура [2]. З ростом лінійного тиску і швидкостей машини зростає температура в еластичному облицюванні, що викликає зміни фізико-механічних властивостей матеріалу облицювання. По-перше, знижується міцність матеріалу і міцність кріплення його з металевій сорочкою вала, що призводить до відшарування облицювання від оболонки вала. По-друге, з підвищенням температури інтенсифікуються процеси

накопичення незворотних пластичних деформацій, старіння і знос поверхні. Тому важливим є мінімізація негативного впливу на оболонку вала та винайдення надмірних зносостійких покриттів.

Зневоднення паперового полотна в пресовій частині включає не тільки етап механічного видалення рідини із зони контакту паперової маси, але у організації відводу рідини з зони контакту. Тому важливо забезпечити вільний відвід води через сукно. В цьому допомагає наявність вакууму в перфорованому валі, жолобки, глухі отвори тощо.

Корисна частина енергії, що витрачається безпосередньо на віджимання мокрого паперового полотна і сукна, становить 15-20% від загальної потужності, що підводиться до преси. Ця величина є свого роду коефіцієнтом корисної дії (ККД) преси. Інші потоки енергії, за винятком енергії на пересування паперового полотна і сукна, негативно впливають на конструкцію преси і призводять до зносу і руйнування його елементів, погіршують динамічні характеристики. Існують потоки енергії, що паразитують в системі. Так, енергія, що витрачається на тертя в місці прослизання сукна і облицювання вала, становить величину 15-20% від потужності приводу і витрачається на знос сукна, розігрів еластичного облицювання і руйнування. Перерозподіл потоків енергії, в пресі, збільшення частки енергії, що витрачається безпосередньо на зневоднення паперового полотна, підвищує ККД преси. Отже, зниження рівня негативних і паразитних потоків енергії щодо її сумарної витрати є один із напрямів підвищення інтенсивності зневоднення на пресі.

### Перелік посилань:

1. Новиков Н.Е. Прессование бумажного полотна. М., «Лесная промышленность», 1972.
2. Аналіз процесування. Режим доступу: <http://tekhnosfera.com/analiz-protsessa-pressovaniya-i-sovshenstvovaniye-konstruktsii-oblitsovannyh-pressovyuh-valov-bumago-i-kartonodelatelnyh.html>

## ЗАСТОСУВАННЯ ВІДСМОКТУВАЛЬНОГО ГАУЧ-ВАЛА

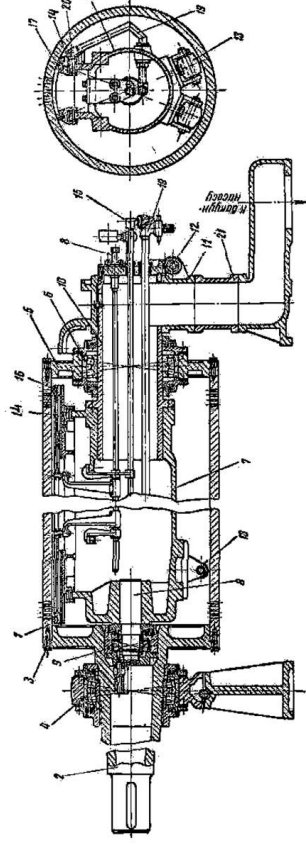
### ЯК СПОСІБ МОДЕРНІЗАЦІЇ ПРЕСУ

магістрант Яновський Д.І., к.т.н., ст.викл. Новохат О.А.

Національний технічний університет України

"Київський політехнічний інститут імені Ігоря Сікорського"

Пресування паперово полотна зазвичай починається з мокрого преса. Для більш інтенсивного зневоднення полотна в якості першого або другого преса доцільно використовувати відсмоктувальний гауч-вал (рис. 1). Завдяки цьому значна кількість вологи видаляється з полотна ще на першій стадії пресування. Це призводить до зменшення кількості пресових валів та металосмисності в цілому.



1 - циліндр, 2- подовження приводна цапфа, 3 - болти, 4,6,9 - підшипник кочення, 5 - лицева кришка, 7 - відсмоктувальна камера, 8,10 - хвостовик відсмоктувальної камери, 11 - станина, 12 - механізм повороту камери, 13 - ролики для викатування камери, 14 - шланг пневматичного прижиму, 15 - труба для подачі повітря, 16 - поперечне ущільнення камери, 17 - повздовжнє ущільнення камери, 18 - гвинт для переміщення поперечних ущільнень, 19 - труба для подачі води в сприск, 20 - спорск, 21 - підставка.

Рисунок 1. – Відсмоктувальний гауч-вал

Гауч-вал складається з перфорованого циліндра, що обертається.

Всередині нього знаходиться нерухома відсмоктувальна камера. Залежно від швидкості картоноробної машини камера складається з однієї або двох секцій (камер).

Після аналізу конструкції відсмоктувального валу для сучасної картоноробної машини встановлено такі конструкційні особливості:

- для картоноробних машин зі швидкістю понад 250 м/хв доцільно використовувати двокамерні гауч-вали;
- для зменшення шуму рекомендується отвори розташовувати не по утворюючим валу, а по спіралі. Оптимальний кут нахилу спіралі - кут, при якому шум від сусідніх по ходу валу отворів буде відставати на півперіоду і взаємно заглушуватись;

– загальна ширина відсмоктувальних камер до 400 мм, причому перша по ходу камери в 1,5-2 рази ширша другої;

- для меншої корозії доцільно відсмоктувальну камеру виготовляти з нержавіючої сталі;
- оптимальне розташування камери визначається в процесі експлуатації машини.

Літературний склад показав, що для інтенсифікації пресування та зменшення кількості пресів (або досягнення вищої кінцевої сухості) в якості другого преса доцільно використовувати прес з відсмоктувальним валом. Надані відповідні конструкційні особливості відсмоктувальної камери.

### Перелік посилань:

1. Новиков Н.Е. Прессование бумажного полотна. М.: Лесная промышленность, 1972. - 240 с.

2. Відсмоктувальний гауч-прес. Режим доступу: <https://msd.com.ua/oborudovanie-cellyulozno-bumazhnogo-proizvodstva/otsasyvayushhij-gauch-val/>

## МОДЕРНІЗАЦІЯ ПРЕСОВОЇ ЧАСТИНИ

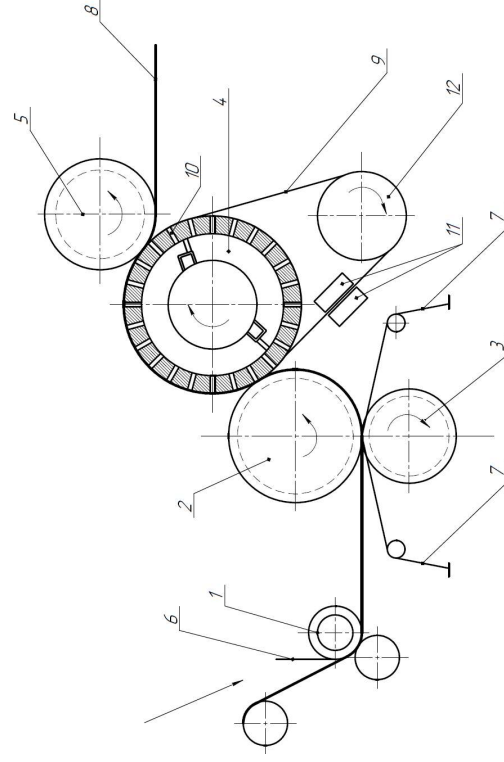
магістрант Яновський Д.І., к.т.н., ст.викл. Новохат О.А.

### Національний технічний університет України

#### "Київський політехнічний інститут імені Ігоря Сікорського"

Встановлено, що для збільшення інтенсивності пресування доцільно використовувати відсмоктувальні вали.[1] Проте очікується, що поєднання всмоктувальної дії та термічного впливу на вологу дозволить ще в більшій мірі збільшити ступінь зневоднення. Адаже завдяки цьому зросте різниця тисків всередині полотна та назовні, а в'язкість вологи в ньому зменшиться. Це збільшить текучість рідини та рушійну силу зневоднення в цілому. Технічно це можна реалізувати, якщо паперове або картонне полотно надходитиме до відсмоктувального валу підігрітим.

Розроблена пресова частина [2], в якій поєднано всмоктувальну дію та термічний вплив на полотно (Рис. 1).



1 - пересмоктуючий вал, 2,3,5 - пресовий вал, 4 - центральний вал; 6,7 - сукно, 8 - картонне полотно; 9 - безкінечна стрічка; 10 - перфорація центрального валу; 11 - інфрачервоні випромінювачі; 12 - сукноведучий вал

Рисунок 1 – Пресова частина

Пресова частина складається з двох пресів – однозахватного та двозахватного. В якості центрального валу двозахватного пресу використано відсмоктуючий вал, який огинається безкінечною металеною стрічкою. Остання має дрібночарункову структуру, має високу теплопровідність та низьку адгезію щодо паперового або картонного полотна. Перед огинанням центрального валу стрічка нагрівається від дії інфрачервоних випромінювачів.

Пресова частина працює наступним чином. Паперове або картонне полотно за допомогою пересмоктуючого валу по сукну передається в пресовий захват першого (однозахватного) пресу. Далі полотно потрапляє по чергово в два наступні пресові захвати наступного пресу (двозахватного). При огинанні центрального валу полотно притискається сукном до нагрітої поверхні безкінечної стрічки. При цьому на вологе полотно діє сила вакууму від центрального відсмоктувального валу та присутній термічний вплив. Крім того дрібночарункова структура безкінечної стрічки частково перекриває отвори відсмоктувального вала, розбиваючи потік повітря з вологого на малі потоки, що зменшує рівень шуму.

Розроблена конструкція прогнозовано дозволить збільшити інтенсивність зневоднення паперового або картонного полотна та зменшить загальний рівень створюваного шуму.

#### Перелік посилань:

1. Яновський Д.І., Новохат О.А. Застосування відсмоктувального гауч-вала [Текст]: XVI Міжнародна науково-практична конференція студентів, аспірантів і молодих вчених "Ресурсоенергозберігаючі технології та обладнання" (22-23 квітня 2019 р. м. Київ) / Укладач Я.М. Корнієнко. – К.: «КПІ ім. Ігоря Сікорського», 2019. – 129 с..
2. Заявка на деклараційний патент України на корисну модель u201905178 від 16 травня 2019 року.





УКРАЇНА

(19) **UA** (11) **137989** (13) **U**  
(51) МПК (2019.01)  
**D21F 3/00**

МІНІСТЕРСТВО РОЗВИТКУ  
ЕКОНОМІКИ, ТОРГІВЛІ ТА  
СІЛЬСЬКОГО ГОСПОДАРСТВА  
УКРАЇНИ

## (12) ОПИС ДО ПАТЕНТУ НА КОРИСНУ МОДЕЛЬ

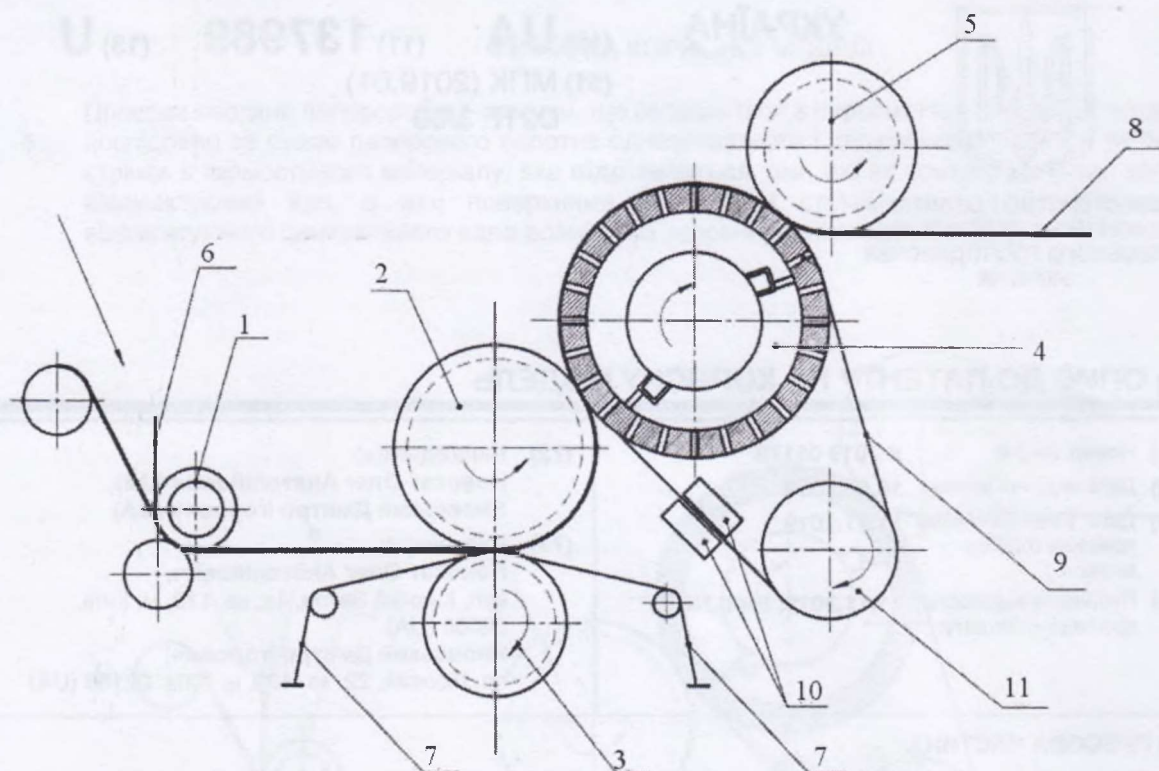
(21) Номер заявки: <b>u 2019 05178</b>	(72) Винахідник(и): <b>Новохат Олег Анатолійович (UA), Яновський Дмитро Ігорович (UA)</b>
(22) Дата подання заявки: <b>16.05.2019</b>	
(24) Дата, з якої є чинними права на корисну модель: <b>11.11.2019</b>	(73) Власник(и): <b>Новохат Олег Анатолійович, вул. Княжий Затон, 4а, кв. 110, м. Київ, 02055 (UA), Яновський Дмитро Ігорович, пр. Лісовий, 22, кв. 429, м. Київ, 02166 (UA)</b>
(46) Публікація відомостей про видачу патенту: <b>11.11.2019, Бюл.№ 21</b>	

## (54) ПРЕСОВА ЧАСТИНА

### (57) Реферат:

Пресова частина папероробної машини складається з пересмоктуючого вала, встановлених послідовно за рухом паперового полотна однозахватного і двозахватного пресів та безкінечної стрічки з термостійкого матеріалу. Як центральний вал застосовано відсмоктуючий вал. Над поверхнями безкінечної стрічки перед її надходженням до відсмоктуючого центрального вала розміщено інфрачервоні випромінювачі.

UA 137989 U





Корисна модель належить до обладнання целюлозно-паперової промисловості, а саме до пристроїв пресування паперового полотна, і може бути використана в целюлозно-паперовій промисловості.

Відома конструкція пресу з відсмоктуючим валом [патент України № 100184 МПК D21F 3/10]. Відсмоктуючий вал покращує відведення вологи з зони пресування. Також для зменшення рівня шуму вал покритий панчохою. Проте відсутність термічного впливу на вологу в полотні зменшує інтенсивність пресування.

Найбільш близьким аналогом за технологічною суттю до запропонованої корисної моделі є пресова частина [див патент України № 67177, МПК D21F 3/00, 10.02.2012], яка складається з пересмоктуючого вала, встановлених послідовно за рухом паперового полотна однозахватного та двозахватного пресів. Однозахватний складається з двох пресових валів. Двозахватний утворений центральним валом, пресовим валом з попереднього однозахватного преса та ще одним пресовим валом. Вали огинаються сукнами. До того ж сукна з'єднують суміжні захвати обох пресів, утворених валами. Також встановлений пристрій підігріву паперового полотна, що виконаний у вигляді огинаючої центрального валу безкінечної термопластичної стрічки, причому в центральний вал вмонтовані нагрівальні елементи для підігріву паперового полотна. Проте інтенсивність пресування може зменшуватись через складність відведення вологи.

В основу корисної моделі поставлено задачу збільшення інтенсивності зневоднення паперового або картонного полотна завдяки поєднанню всмоктувальної дії та термічного впливу на вологу.

Поставлена задача вирішується тим, що у пресовій частині папероробної машини, що складається з пересмоктуючого вала, встановлених послідовно за рухом паперового полотна однозахватного і двозахватного пресів та безкінечної стрічки з термостійкого матеріалу, згідно з корисною моделлю, як центральний вал застосовано відсмоктуючий вал, а над поверхнями безкінечної стрічки перед її надходженням до відсмоктуючого центрального вала розміщено інфрачервоні випромінювачі.

Паперове або картонне полотно надходить до відсмоктувального вала підігрітим, тим самим збільшиться різниця тисків і процес зневоднення полотна буде ще ефективнішим. А дрібночарункова структура безкінечної стрічки частково перекидає отвори відсмоктувального вала, розбиваючи потік повітря з вологою на малі потоки, що зменшить рівень шуму.

Суть корисної моделі пояснюється кресленням, на якому показана схема пресової частини.

Пресова частина складається з пересмоктуючого вала 1, встановленого послідовно за рухом паперового полотна однозахватного преса, який утворений пресовим валом 2 і пресовим валом 3. Двозахватний прес утворений центральним валом 4 та прилягаючими до нього пресовими валами 2 та 3. Вали огинаються сукнами 6 і 7, до того ж сукно 6 з'єднує суміжні захвати обох пресів, утворених валами 2 і 3 та 4 і 5. Також центральний (відсмоктувальний) вал 4 огинається безкінечною стрічкою 9, яка також огинає сукноведучий вал 11. Між валами 4 та 12 над обома поверхнями стрічки 9 перед її надходженням до вала 4 розташовані інфрачервоні випромінювачі 10. Безкінечна термопластична стрічка 9 має високу теплопровідність та низьку адгезію щодо паперового або картонного полотна.

Пресова частина працює наступним чином

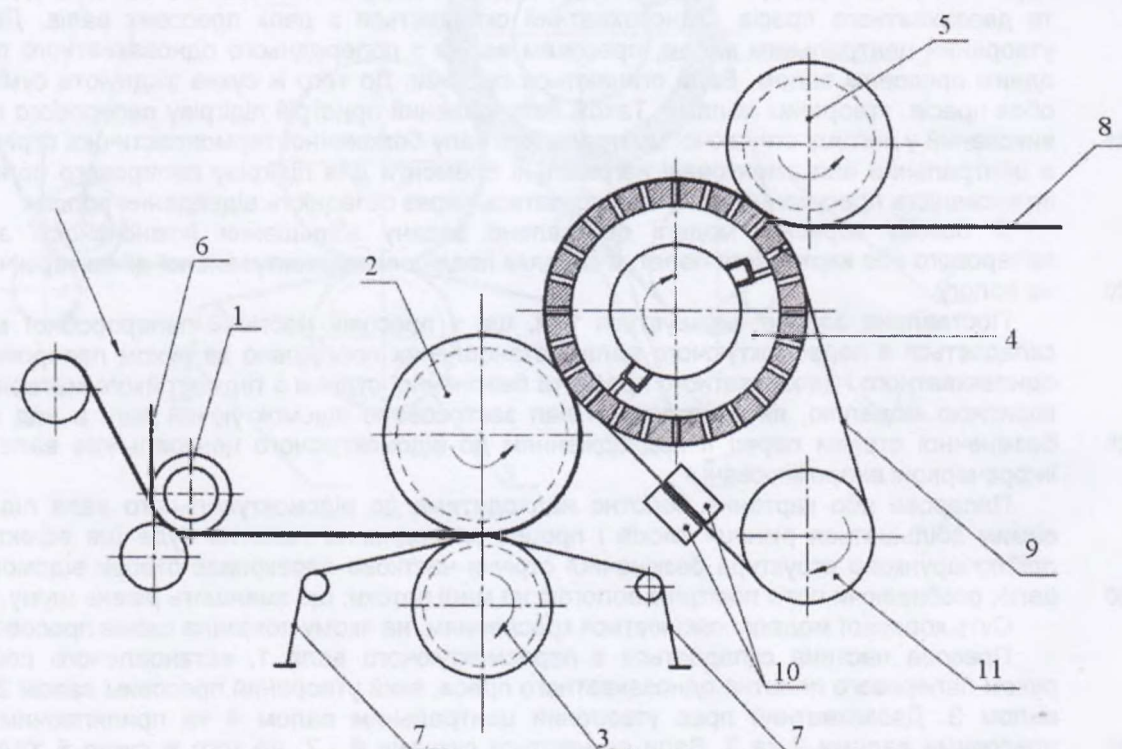
Паперове або картонне полотно 8 за допомогою пересмоктуючого вала 1 по сукну 6 передається в пресовий захват, утворений валами 2 і 3. Тут полотно частково зневоднюється. Далі за допомогою вакууму у камері вала 2 утримується на сукні 6 і далі рухається на наступний пресовий захват, утворений валом 5 і центральним валом 4 з вакуумом всередині. Термопластична стрічка 9 виготовлена з сітки з дрібними чарунками з термопластичного матеріалу для зниження адгезії паперового полотна та зменшення рівня шуму на відсмоктувальному валу 4. Нагріта до високої температури термопластична стрічка 9 від інфрачервонових випромінювачів 10 при доторканні з паперовим полотном 8 передає йому теплоту. Завдяки цьому знижується в'язкість рідини в порах паперового полотна і поліпшується пластичність волокон. Потім нагріте паперове полотно 8 надходить на пресові захвати, утворені центральним валом 4 і пресовим валом 5. Після зневоднення в останньому пресовому захваті паперове полотно 8 виходить з пресового захвату між валами 4 та 5 і виходить з пресової частини.

Поєднання відсмоктування паперового або картонного полотна та його нагрівання призводить до збільшення сухості полотна, а також підвищення міцності паперового і картонного полотна після пресу.



## ФОРМУЛА КОРИСНОЇ МОДЕЛІ

- Пресова частина папероробної машини, що складається з пересмоктуючого вала, встановлених послідовно за рухом паперового полотна однозахватного і двозахватного пресів та безкінечної стрічки з термостійкого матеріалу, яка **відрізняється** тим, що як центральний вал застосовано відсмоктуючий вал, а над поверхнями безкінечної стрічки перед її надходженням до відсмоктуючого центрального вала розміщено інфрачервоні випромінювачі.



Комп'ютерна верстка М. Мацело

Міністерство розвитку економіки, торгівлі та сільського господарства України,  
вул. М. Грушевського, 12/2, м. Київ, 01008, Україна

ДП "Український інститут інтелектуальної власності", вул. Глазунова, 1, м. Київ – 42, 01601

Технічні науки

УДК 66.047.75

**Новохат Олег Анатолійович**

*кандидат технічних наук, старший викладач кафедри МАХНВ*

*Національний технічний університет України*

*«Київський політехнічний інститут імені Ігоря Сікорського»*

**Новохат Олег Анатольевич**

*кандидат технических наук, старший преподаватель кафедры МАХНВ*

*Национальный технический университет Украины*

*«Киевский политехнический институт имени Игоря Сикорского»*

**Novokhat Oleh**

*Philosophy Doctor of Technical Sciences, Senior Tutor*

*National Technical University of Ukraine*

*“Igor Sikorsky Kyiv Polytechnic Institute”*

*ORCID: 0000-0002-1198-6675*

**Яновський Дмитро Ігорович**

*магістрант*

*Національного технічного університету України*

*«Київський політехнічний інститут імені Ігоря Сікорського»*

**Яновский Дмитрий Игоревич**

*магистрант*

*Национального технического университета Украины*

*«Киевский политехнический институт имени Игоря Сикорского»*

**Yanovskji Dmytro**

*Master Student of the*

*National technical University of Ukraine*

*“Igor Sikorsky Kyiv Polytechnic Institute”*

**СПОСОБИ ІНТЕНСИФІКАЦІЇ ЗНЕВОДНЕННЯ КАРТОННОГО  
ПОЛОТНА  
СПОСОБЫ ИНТЕНСИФИКАЦИИ ОБЕЗВОЖИВАНИЕ  
КАРТОННОЙ ПОЛОТНА  
METHODS OF INTENSIFICATION OF DEHYDRATION CARDBOARD  
CANVAS**

***Анотація.** Об'єктом дослідження є процес пресування картоного полотна за допомогою відсмоктуючого гауч-вала. Обґрунтовано фізичну модель процесу пресування картоного полотна за допомогою відсмоктуючого гауч-вала. Запропоновано технічне рішення по зневодненню картоного полотна шляхом пресування.*

***Ключові слова:** пресування, відсмоктуючий вал, гауч-вал зневоднення.*

***Аннотация.** Объектом исследования является процесс прессования картона полотна с помощью отсасывающего гауч вала. Обосновано физическую модель процесса прессования картоного полотна с помощью отсасывающего гауч вала. Предложено.*

***Ключевый слова:** прессования, отсасывающих вал, гауч вал обезвоживания.*

***Summary.** The object of the study is the process of pressing a cardboard web using a suction shaft. The physical model of the process of pressing the cardboard web using a suction shaft is substantiated. A technical solution for the dewatering of cardboard cloth by pressing is proposed.*

***Key words:** pressing, suction shaft, gauge-shaft dehydration.*

**Постановка проблеми.** Процес пресування картону тяжкий та енергозатратний. Проте подальше сушіння вимагає ще більші витрати

енергії. Тому розробка ефективних способів пресування для максимального зневоднення пресуванням для мінімізації витрат на сушіння є важливою задачею.

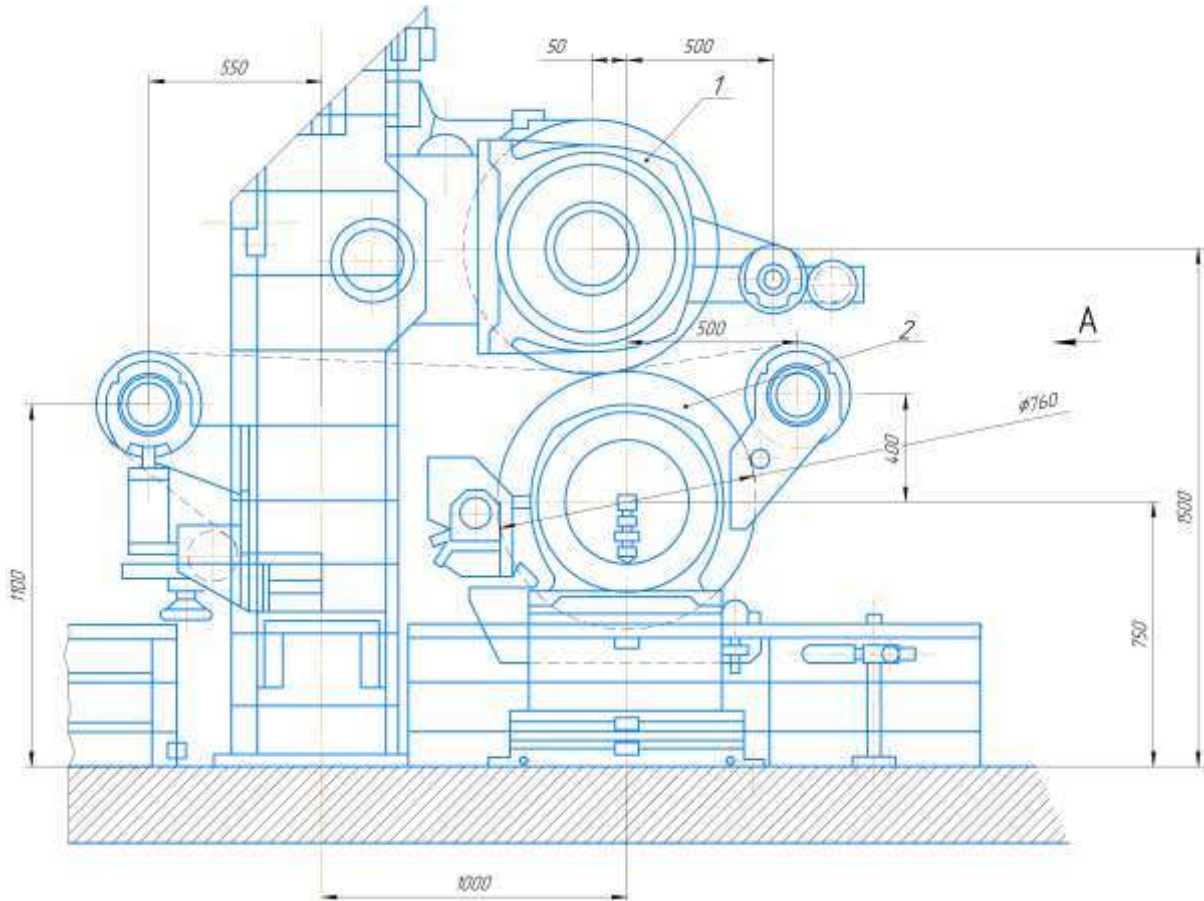
Труднощі під час пресування викликані, насамперед, обмеженням зусилля притискання через руйнацію структури волокнистого полотна, що пресується. Також надмірне стискання та подальше зменшення товщини полотна збільшує гідравлічний опір для видалення внутрішньої вологи. Також малий час перебування картонного полотна в пресовому захваті мінімізує час пресування, що зменшує питому продуктивність по видаленій волозі.

**Існуючі конструкції пресів.** На сучасних папероробних та картоноробних машинах широко застосовуються пресові вали різних типів: гумовані гладкі, з глухими отворами та жолобками, поліуретанові, відсмоктуючі, металеві гарячі, гранітні. Інколи замість одного, а інколи і двох, пресового вала застосовують інші конструкції, наприклад башмак.

Дуже поширеними є відсмоктуючі пресові вали, які встановлюються на першому, другому, а іноді і третьому пресах замість звичайних облицьованих гумою валів. Їх застосування підвищує ступінь зневоднення картону. Адже вода під впливом розрідження в вакуум-камері безперешкодно йде із зони пресування через сукно в отвори відсмоктуючого вала, з яких потім викидається відцентровою силою. Поряд з цим значно поліпшується робота сукон, так як через їх пори проходить повітря. Кількість обривів картону скорочується, так як він присмоктується до сукна і менше прилипає до верхнього гранітного або поліуретанового валу.

Відсмоктуючий вал наприкінці формуючої частини ще називають гауч-валом. Прес, один з валів якого є гауч-вал, називається гауч-пресом (рис. 1).

**Описання процесу пресування.** Рушійною силою процесу зневоднення є різниця між тиском притискання картонного полотна між пресовими валами та розрідження повітря всередині відсмоктуючого вала. Схема зневоднення картонного полотна шляхом пресування між двома валами показана на рис. 2.

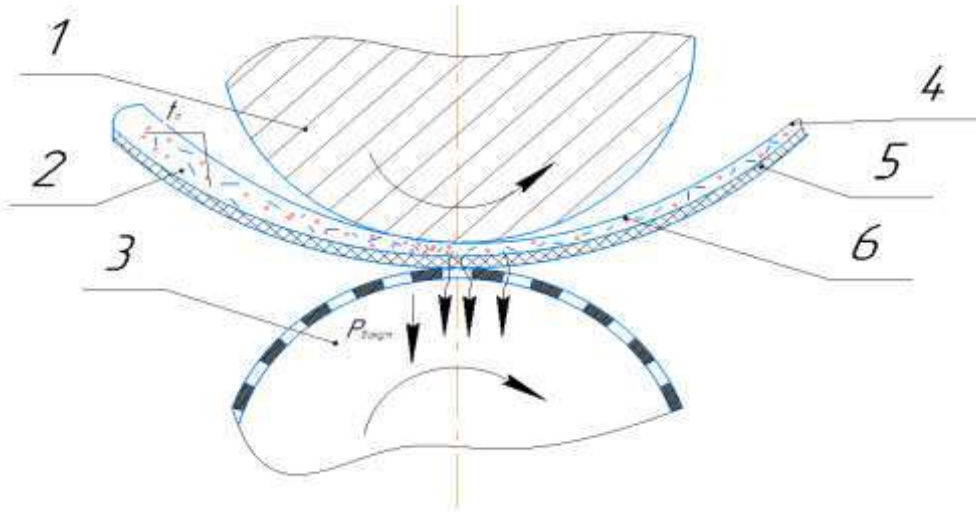


1 – гранітний вал або вал з поліуретановим покриттям;

2 – відсмоктуючий вал

**Рис. 1. Гауч-прес**





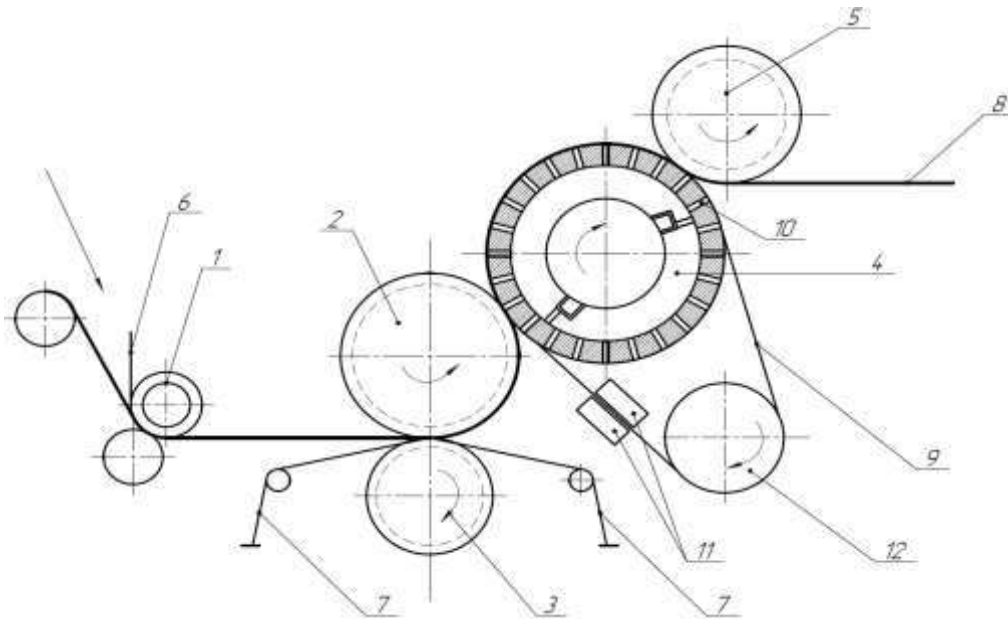
1 - гранітний вал , 2 – волокна , 3 – відсмоктуючий вал , 4 – картонне полотно , 5 – сукно , 6 - волога

**Рис. 2. Схема зневоднення картонного полотна**

Оскільки різниця тисків є рушійною силою зневоднення, тому є доцільним збільшити тиск всередині та/або зменшити тиск назовні картонного полотна. Вакуум назовні створити технічно ускладнено. Тиск всередині можна збільшити завдяки зростанню зусилля притискання, що, як вже вказувалося раніше, може бути недопустимо. Проте внутрішній тиск також можна збільшити зсередини без механічного впливу ззовні завдяки нагріванню вологи в картонному полотні. Крім того, нагрівання вологи призведе до зменшення її в'язкості та, відповідно, полегшення виведення з картонного полотна.

**Запропоноване технічне рішення.** Для збільшення інтенсивності зневоднення картонного полотна шляхом пресування вирішено поєднати вісмоктування полотна на відсмоктуючому валі та попереднє нагрівання вологи в полотні.

Так, в запропонованій конструкції пресової частини картоноробної машини (рис. 3) існує 3 пресових захвати для зневоднення картонного полотна.



1 – пересмоктуючий вал , 2,3 – пресовий вал , 4 – центральний вал , 5 – пресовий вал,  
6,7 – сукно , 8 – паперове полотно , 9 – безкінечна стрічка , 10 – перфорація; 11 –  
інфрачервоні випромінювачі , 12 – сукноведучий вал

**Рис. 3. Конструкція пресової частини картоноробної машини**

В якості центрального вала використано відсмоктуючий вал, якого частково огинає безкінечна сітчаста (перфорована) стрічка. На вході в пресовий захват стрічка підігрівається від впливу інфрачервоних випромінювачів з обох її сторін. Крім збільшення інтенсивності пресування (зневоднення) завдяки поєднанню попереднього підігріву картонного полотна та дії вакууму на вологу в ньому, також частково зменшується рівень шуму. Це відбувається через часткове накриття стрічкою перфорації відсмоктувального валу. Адже розмір перфорації валу значно більший, ніж дрібно чарункова структура стрічки.

Отримано прогнозовану продуктивність картоноробної машини з вдосконаленою конструкцією пресової частини. Величину отриманої картонної продукції показано на рис. 4.

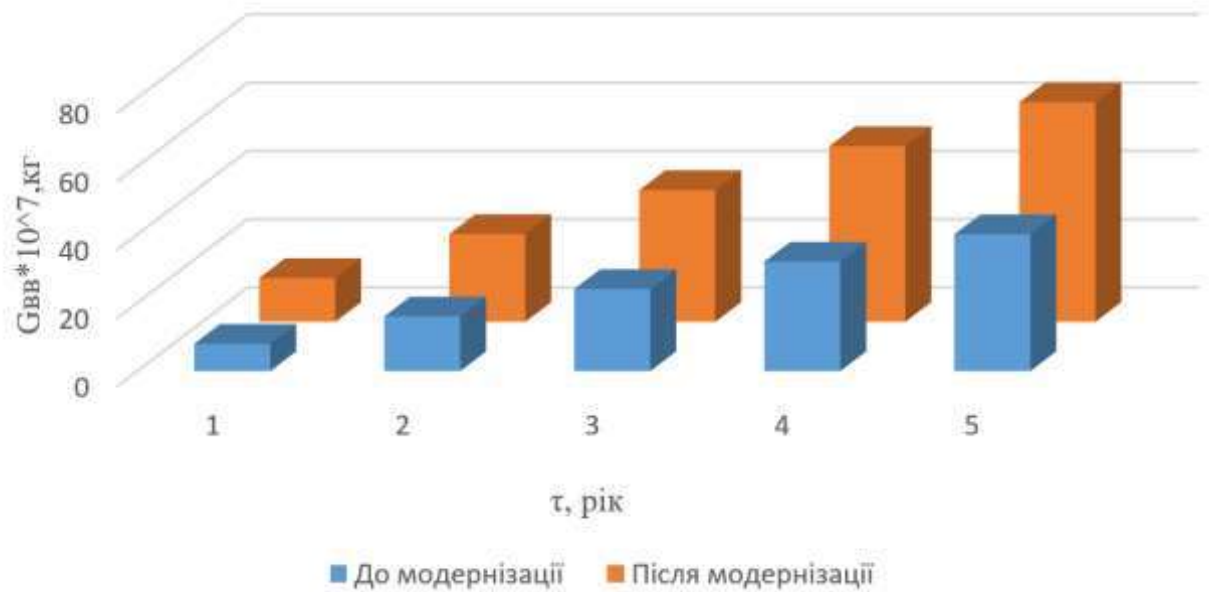


Рис. 4. Залежність продуктивності по відпресованій волозі від часу

Встановлено також наскільки зміниться продуктивність пресу по відпресованій волозі в разі зміни маси квадратного метра картону, що виробляється, та зі зміною швидкості картоноробної машини (рис. 5).

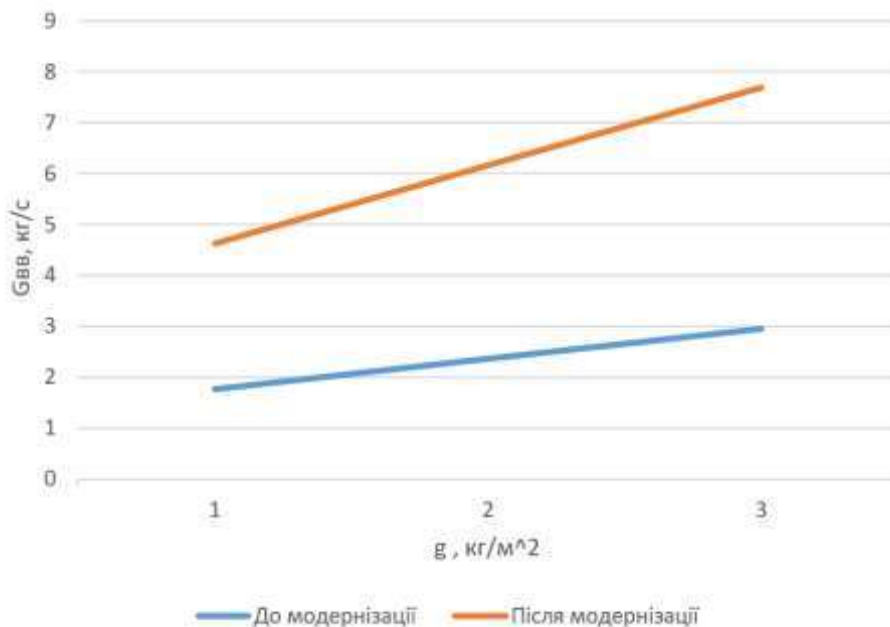
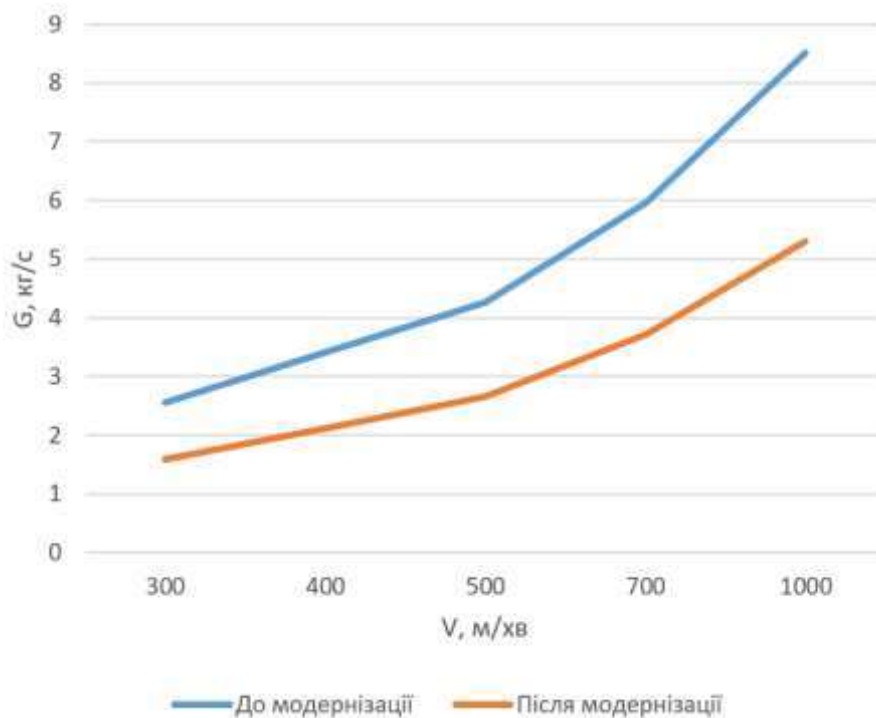


Рис. 5. Залежність продуктивності від маси  $1 \text{ м}^2$  картону



**Рис. 6. Залежність продуктивності по відпресованій волозі від швидкості**

Отже, шляхом аналізу способів збільшення інтенсивності зневоднення шляхом пресування було розроблено пресову частину картоноробної машини. Попередні розрахунки показали ефективність цієї конструкції. Тому можна рекомендувати до подальшої розробки цієї пресової частини.

### Література

1. Новиков Н.Е. Прессование бумажного полотна / Н.Е. Новиков. М.: Лесная промышленность, 1972. 240 с.
2. Оборудование целлюлозно-бумажного производства. В 2-х томах. Т. 2. Бумагоделательные машины / В.А. Чичаев, М.Л. Глезин, В.А. Екимова и др. М.: Лесная промышленность, 1981. 264 с.
3. Заявка на деклараційний патент України на корисну модель u201905178 від 16 травня 2019 року.
4. Яновський Д.І., Новохат О.А. Застосування відсмоктувального гауч-вала [Текст]: XVI Міжнародна науково-практична конференція

студентів, аспірантів і молодих вчених “Ресурсоенергозберігаючі технології та обладнання” (22-23 квітня 2019 р. м. Київ) / Укладач Я.М. Корнієнко. К.: «КПІ ім. Ігоря Сікорського», 2019. 129 с.